



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
PARA LA COMUNIDAD “EL HATILLO” DEL MUNICIPIO TERRABONA,  
DEPARTAMENTO MATAGALPA**

**Para optar al Título de Ingeniero Civil**

**Elaborado por**

Br. Eva Denisse Mendoza Corea

Br. José María Paguaga Carballo

**Tutor**

M.Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González

Managua, agosto de 2019





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
PARA LA COMUNIDAD “EL HATILLO” DEL MUNICIPIO TERRABONA,  
DEPARTAMENTO MATAGALPA**

**Para optar al Título de Ingeniero Civil**

**Elaborado por**

Br. Eva Denisse Mendoza Corea

Br. José María Paguaga Carballo

**Tutor**

M.Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González

Managua, agosto de 2019

Managua, febrero 28 del 2019

Dr. Ing. Oscar Isaac Gutiérrez Somarriba  
DECANO F.T.C.  
Su despacho

**REF.: CULMINACIÓN DE TUTORÍA**


Estimado Dr. Ing. Gutiérrez Somarriba:

Por este medio hago de su conocimiento que he concluido la tutoría del Trabajo Monográfico titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD "EL HATILLO" DEL MUNICIPIO TERRABONA, DEPARTAMENTO MATAGALPA"**, elaborado por los bachilleres: **EVA DENISSE MENDOZA COREA y JOSÉ MARÍA PAGUAGA CARBALLO**, para optar al título de Ingeniero Civil de la Facultad de Tecnología de la Construcción FTC de nuestra Alma Mater.

No omito manifestarle que los bachilleres en mención desarrollaron con absoluta independencia el contenido de su trabajo investigativo, lo cual le da un gran valor científico-técnico para futuros estudiantes interesados en la temática presentada, por lo tanto recomiendo la conformación del jurado examinador para evaluar el esfuerzo y dedicación que los bachilleres **MENDOZA COREA Y PAGUAGA CARBALLO** emplearon en la culminación de tan importante Trabajo Monográfico.

Sin más a qué referirme, me suscribo de usted reiterándole las más altas muestras de consideración y respeto.

Atentamente,



---

M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González  
e-mail: [rjavierfajardog@yahoo.com](mailto:rjavierfajardog@yahoo.com)  
Celular: (505) 8876-4913 & (505) 7887-7723 movistar  
Tutor

CC: Br. Eva Denisse Mendoza Corea  
Br. José María Paguaga Carballo  
Archivo cronológico

Sustentante  
Sustentante

DEC-FTC-REF-No.179  
Managua, Octubre 23 del 2017

Bachilleres  
**EVA DENISSE MENDOZA COREA**  
**JOSÉ MARÍA PAGUAGA CARBALLO**  
Su atención

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado **"DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL HATILLO DEL MUNICIPIO DE TERRABONA, DEPARTAMENTO DE MATAGALPA"**. Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el **Ing. Ricardo Fajardo**, sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **23 de Abril del 2018**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

  
**Dr. Ing. Oscar Gutierrez Somarriba**  
Decano



CC: Protocolo  
Tutor  
Archivo\*Consecutivo  
IJGG\*Dara

**DEC.FTC.REF No. 039**  
Managua, 12 Marzo del 2019

Bachilleres  
**EVA DENISSE MENDOZA COREA**  
**JOSÉ MARÍA PAGUAGA CARBALLO**  
Presentes

Estimados (as) Bachilleres:

En atención a su carta de solicitud de **PRORROGA (DE 1 MES)**, para efectuar la defensa de su trabajo de **Monografía** titulado "**DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL HATILLO DEL MUNICIPIO DE TERRABONA, DEPARTAMENTO DE MATAGALPA**". Esta Decanatura aprueba la misma considerando los problemas planteados en su comunicación.

Deberá presentar concluido su documento debidamente revisado por el tutor guía **el 12 Abril del 2019**. Para la programación de su fecha de pre-defensa.

Esperando de ustedes puntualidad en la entrega de su trabajo final, me despido.

Atentamente,



**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba**  
Decano

CC: Tutor – MSc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González  
Archivo-Consecutivo

## **DEDICATORIA**

Dedico esta monografía primeramente a papá Dios; porque siempre me brindo la salud, la sabiduría y el conocimiento necesario para culminar con éxito mi carrera universitaria.

A mí querida madre (Zenayda del Carmen corea), porque siempre estuvo apoyándome y alentándome a seguir adelante y por su amor incondicional, a mi papá (Denis Francisco Mendoza) por ser paciente, buen consejero, excelente proveedor y que, a través de luchas y sacrificios, me brindo todo su apoyo incondicional para que ahora me vea convertida en una profesional.

A mi compañero de estudio que me tuvo paciencia en todos los aspectos, me brindó su apoyo incondicional y fue como un docente compartiendo sus conocimientos conmigo.

Por último y no menos importante.

A mis docentes que estuvieron constantemente brindándome el pan del saber en las aulas de clases, que Dios siga derramando sobre ustedes los dos grandes dones del espíritu santo: sabiduría y entendimiento, para seguir formando a futuros profesionales.

A todos ustedes miles de bendiciones.

Br. Eva Denisse Mendoza corea

## **DEDICATORIA**

Dedico esta monografía primeramente a Dios que estuvo presente en todo momento dándome fortaleza y sabiduría para culminar la monografía de la carrera universitaria.

A mi madre (Johanna María Carballo) por su apoyo incondicional y su amor inmenso, su presencia y paciencia, por sus oraciones diarias para que todo este tiempo pudiera avanzar hasta la meta, por su inigualable atención; A mi padre (José María Paguaga) por sus consejos, sus oraciones, palabras de aliento, por ser un gran proveedor y cabeza de familia para que hoy en día pudiera llegar a culminar con éxitos mi carrera.

A mi familia (hermano, abuela, tías y primos) por su apoyo moral, solidaridad y oraciones diarias para conmigo.

A mi compañera y amiga, de estudio y trabajo, que me brindó su apoyo incondicional, que me dio palabras de aliento y fortaleza, por sus consejos y la paciencia que tuvo para poder culminar nuestra meta.

A mis docentes que a pesar de todo sembraron el conocimiento básico para el desarrollo de mi carrera.

Br. José María Paguaga Carballo



## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos infinitamente a Dios nuestro señor y padre incondicional, por regalarnos la sabiduría y fortaleza diaria para no dejarnos vencer por ningún obstáculo en el camino.

Agradecemos a nuestros padres y familiares por el apoyo inmenso que cada uno aportó, por la confianza que tuvieron en nosotros para terminar con éxitos este triunfo, por la paciencia que tuvieron todo este tiempo y el ánimo que nos daban para no desistir.

Agradecemos a personas que aun no siendo familiares con sus consejos nos ayudaron para nunca rendirnos y poder enfrentar los problemas que en muchas ocasiones tuvimos.

A la organización El Porvenir (Organización encargada de sistemas de abastecimiento de agua), por su atención y tiempo brindado.

Al ingeniero Marlon Alvizúa Escoto, encargado de proyectos de agua de la organización el porvenir por compartir sus conocimientos y tiempo con nosotros.

A nuestro tutor Ing. Ricardo Javier Fajardo González por su tiempo y disposición para poder culminar nuestra monografía.

Br. Eva Denisse Mendoza Corea

Br. José María Paguaga Carballo

## INDICE

Capítulo I: Generalidades	
1.1 Introducción .....	1
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Justificación .....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general: .....	5
1.4.2 Objetivos específicos:.....	5
Capitulo II: Descripción del área de estudio	
2.1 Geografía.....	6
2.2 Localidad .....	6
2.3 Límites de la comunidad El Hatillo:.....	6
Capitulo III: Marco teórico .....	1
3.1 ¿Qué es una evaluación socioeconómica? .....	8
3.2 Evaluación socioeconómica .....	8
3.3 Conceptos generales.....	8
Red de distribucion .....	9
3.4 Cálculo de población .....	13
3.5 Dotación .....	13
3.6 Población a servir .....	14
3.7 Nivel de servicio .....	14
3.7.1 Puestos públicos .....	14
3.7.2 Ubicación.....	15
3.8 Criterios técnicos .....	15
3.9 Conexiones domiciliarias.....	16
3.9.1 Condiciones sociales .....	16
3.9.2 Condiciones técnicas.....	16
3.10 Parámetros de diseños.....	17
3.10.1 Período de diseños.....	17
3.10.2 Variaciones de consumo .....	17

3.10.3 Presiones máximas y mínimas .....	18
3.10.4 Velocidades permisibles en tuberías .....	18
3.10.5 Cobertura de tuberías.....	19
3.10.6 Pérdidas de agua en el sistema .....	19
3.11 Fuentes de abastecimiento.....	19
3.11.1 Generalidades .....	19
3.11.2 Manantiales .....	19
3.11.3 Pozos.....	20
3.11.3.1 Pozo excavado a mano (PEM) .....	20
3.11.3.2 Pozo perforado (PP) .....	20
3.12 Estaciones de bombeo .....	21
3.12.1 Caseta de control.....	21
3.12.2 Fundaciones de equipos de bombeo:.....	21
3.12.3 Equipo de bombeo y motor.....	21
3.12.3.1 Bombas verticales .....	21
3.13 Línea de conducción y red de distribución.....	25
3.13.1 Generalidades .....	25
3.13.2 Línea de conducción.....	25
3.13.3 Línea de conducción por gravedad.....	25
3.13.4 Línea de conducción por bombeo.....	26
3.13.5 Red de distribución .....	27
3.13.6 Hidráulica del acueducto .....	27
3.13.7 Líneas de Conducción .....	27
3.13.8 Red de distribución .....	28
3.14 Almacenamiento .....	28
3.14.1 Capacidad .....	28
3.14.2 Localización .....	29
3.15 Potabilización .....	29
3.15.1 Pre tratamiento .....	29
3.15.2 Captación indirecta – Pre filtro vertical .....	29
3.15.3 Captación indirecta – Pre filtro horizontal .....	30
3.15.4 Desinfección .....	31

3.16 Calidad de agua .....	32
Capítulo IV: Diseño metodológico	
4.1 Descripción general del sitio .....	33
4.2 Evaluación socio económica .....	33
4.3 Levantamiento topográfico .....	34
4.3.1 Equipos y herramientas utilizadas .....	34
4.3.2 Método utilizado .....	34
4.4 Estudios de la fuente de abastecimiento .....	36
4.4.1 Aforo de la fuente de abastecimiento .....	36
4.4.2 Recolección de muestra de agua .....	36
4.4.3 Análisis de calidad de la fuente de abastecimiento .....	37
4.5 Variaciones del consumo.....	37
4.5.1 Dotación y consumo promedio diario.....	37
4.5.2 Tasa promedio anual de crecimiento.....	37
4.5.3 Consumo institucional.....	38
4.5.4 Pérdidas para consumo institucional .....	38
4.5.6 Consumo máximo día.....	39
4.5.7 Consumo máxima hora.....	39
Capítulo V: Análisis e interpretación de resultados	
5.1 Descripción general del sitio .....	41
5.2 Evaluación socio económica .....	41
5.3 Población total por sexo y edad.....	42
5.4 Forma de manutención familiar .....	43
5.5 Consumo diario por familia .....	43
5.6 Distancia que recorre la familia para abastecerse de agua .....	45
5.7 Cuál es el principal problema que enfrenta la comunidad .....	46
5.8 Apoyo de la comunidad para la ejecución de un proyecto de agua potable .	46
5.9 Disponibilidad de la población .....	47
5.10 Investigación documental .....	48
5.10.1 Familia y estado de las viviendas .....	48
5.10.2 Viviendas con letrinas.....	49
5.10.3 Tabla de calculo de poblacion y caudal futuro .....	50

5.11 Resultados de variaciones del consumo .....	51
5.11.1 Tasa promedio anual de crecimiento.....	51
5.11.2 Consumo institucional.....	51
5.11.3 Pérdidas para consumo institucional .....	52
5.11.5 Consumo máximo día.....	52
5.11.6 Consumo máxima hora.....	52
5.11.7 Perdidas de la columna dentro del pozo.....	53
5.11.8 Perdidas en la descarga .....	53
5.12 Estudio de la fuente de abastecimiento .....	53
5.12.1 Ejecución de pruebas .....	53
5.12.1.1 Prueba escalonada.....	53
5.12.1.2 Prueba de recuperación .....	54
5.12.2 Cálculo del equipo de bombeo .....	54
5.13 Carga total dinámica.....	54
5.13.1 Potencia del motor.....	55
5.13.2 Cálculo de la bomba .....	55
5.13.3 Velocidad dentro de la tubería .....	55
5.13.4 Golpe de ariete .....	56
5.13.5 Volumen del tanque.....	56
5.13.6 Cálculo de caudal de salida de los nodos.....	56
5.14 Cálculo de consumo por kW.....	57
5.15 Cálculo de tarifa por consumo de energía en cordobas por kw/h .....	58
5.16 Cálculo de costo de agua por metro cúbico.....	58
Presupuesto .....	63
Capítulo VI :Conclusiones y Recomendaciones	
6.1 Conclusiones .....	64
6.2 Recomendaciones .....	65
Bibliografía.....	66
Capítulo VII: Anexos	
Anexos.....	I

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Este proyecto de Diseño de almacenamiento de agua potable se basa en la necesidad del vital líquido que presenta la comunidad de El Hatillo, municipio Terrabona departamento Matagalpa, el sistema está compuesto por: Fuente de abastecimiento, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución.

Con este proyecto se pretende:

- 1) Disminuir las enfermedades causadas por la ingesta de agua contaminada
- 2) Mantener la limpieza, sanidad y calidad del agua
- 3) Mejorar la calidad de vida de los habitantes
- 4) Contribuir al desarrollo económico y social de la comunidad

La propuesta de este proyecto consiste en ejecutar el plan de diseño de abastecimiento de agua que contempla de una bomba hidráulica centrífuga de 1hp, que impulsa 25gpm de agua hasta el tanque de almacenamiento con una capacidad de 1119glns, por medio de una línea de conducción bajo tierra, para luego fluir por gravedad a través de la red de distribución que lleva el vital líquido hasta cada vivienda en la comunidad.

Previo al diseño, hicimos una visita hasta el sitio para conocer del territorio donde se iba a trabajar, para conocer a los habitantes e indagar un poco acerca de las necesidades que estos atraviesan día a día; hicimos un censo poblacional y una encuesta para conocer la cantidad de habitantes que hay, a que se dedican y de cuantas personas se conforma cada familia; se procedió hacer un estudio de aforo en la fuente de abastecimiento para conocer cuánto caudal existe para lograr abastecer a la comunidad y que pudiera aún quedar la reserva; se hizo un levantamiento topográfico para conocer las distancias

exactas, y los desniveles del terreno, también logramos obtener con precisión la ruta más funcional para poder abastecer a la comunidad.

El sistema propuesto consta de un pozo que abastece las demandas proyectadas de la población para 20 años a una tasa de crecimiento del 3% anual. Además, contempla la construcción de una red de abastecimiento de 841 mts de longitud, un tanque de almacenamiento de 5 m<sup>3</sup> y todas las demás estructuras hidráulicas necesarias para que el proyecto tenga un adecuado funcionamiento durante toda su vida útil.

Para garantizar el funcionamiento del sistema propuesto se realizó simulaciones con el software EPANET 2.0, cumpliendo así con la presión y velocidad mínima requerida en las normas antes mencionadas.

Finalmente se realizó la estimación del costo de la construcción de las obras propuestas para el proyecto, el cual asciende a C\$1,185,693.19. (Un millón ciento ochenta y cinco mil seiscientos noventa y tres con diecinueve centavos de córdobas).



# Capítulo I: Generalidades

*“El agua es la fuerza motriz de toda la naturaleza”*

*Leonardo da Vinci*



## **Capítulo I: Generalidades**

### **1.1 Introducción**

En Nicaragua la demanda del servicio de agua potable ha venido aumentando, debido, entre otras causas, al crecimiento de la población y al deterioro en los sistemas de abastecimiento existentes.

Se puede decir que, si Nicaragua gozara de los apropiados acueductos, conforme lo establecen las normas y reglamentos que rigen en el país, se podría evitar los diferentes tipos de enfermedades que se contraen en los sitios con problemas de abastecimiento y saneamiento de agua potable, lo cual en ciertos casos incrementa el índice de mortalidad.

Por otra parte, la situación económica que acecha el país, la falta de fondos presupuestarios, limita posibles soluciones para habilitar proyecto de abastecimiento de agua potable a la población: Es por eso que se debe de buscar una solución eficiente y económica que brinde mejores condiciones de vida a las familias afectadas.

En las tres últimas décadas, Nicaragua ha avanzado notablemente en el acceso de la población al suministro de agua potable, sobre todo en el sector urbano. Sin embargo, en el sector rural según estimaciones de la Gerencia de Planificación de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), seis de cada diez nicaragüenses siguen proveyéndose del vital líquido a través de fuentes no potables, entre ellos pozos y manantiales cada vez más secos.

La comunidad ‘‘El Hatillo’’, del Municipio Terrabona, Departamento Matagalpa, presenta problemas con el abastecimiento de agua para el consumo humano, ya que las fuentes utilizadas son pozos artesanales, los cuales no cumplen con los requisitos sanitarios de calidad.

La red de abastecimiento de agua es un sistema de obras de ingeniería que debe reunir ciertos requisitos técnicos (presión, velocidad, entre otros.), que

garantice su funcionalidad y que permita con el buen funcionamiento del sistema, que llegue el agua desde el lugar de captación hasta el sitio de suministro en condiciones óptimas de consumo para los habitantes, de esta manera se minimizan problemas de salubridad, y se aporta al progreso de la comunidad en estudio.

El trabajo realizado aborda el análisis y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad, para asegurar el servicio constante y seguro, haciendo los debidos cálculos y procedimientos amparados y sujetos a las normas actuales que rigen este tipo de diseño en el país.

Además de garantizar el aspecto técnico, esta red debe ser lo más económica posible para facilitar la compra de los equipos y materiales necesarios para su construcción, operación y mantenimiento preventivo y correctivo durante su vida útil.

En este trabajo se tomó la demanda de una población de diseño para 20 años, y se verificó si el caudal de la fuente de abastecimiento es suficiente para satisfacer las demandas de las comunidades.

## 1.2 Antecedentes

La Comunidad “El Hatillo” fue fundada por los antepasados de la familia Castellón. El lugar era utilizado para la crianza de caballos y ganado bovino; de ahí se da su nombre de El Hatillo.

La Comunidad cuenta con un total de 48 viviendas, construidas en su mayoría de los siguientes materiales.

- ❖ **Techos:** teja, zinc y plástico negro.
- ❖ **Paredes:** barro (tierra revuelta con zacate) tablas y ladrillo.
- ❖ **Pisos:** de tierra, embaldosado de cemento y algunas con piso cerámico, pero muy pocas,

Son viviendas bien pequeñas, las cuales constan en su mayoría de una pequeña sala, un cuarto, una pequeña cocina. La mayoría de éstas comparten los patios con las viviendas vecinas, además en muchas de ellas habitan hasta tres familias; es decir existe hacinamiento.

Toda la comunidad cuenta desde hace 10 años con el servicio de energía eléctrica de muy buena calidad. En la actualidad la comunidad se abastece del vital líquido por medio de dos pozos perforados artesanalmente ya que anteriormente no se ha hecho ningún estudio al respecto. Esta agua es de excelente calidad en el pozo, pero se contamina cuando es trasladada y almacenada en las viviendas; especialmente por coliformes fecales. Uno de los principales problemas es que deben acarrear el agua, en algunos casos hasta por 800 metros, siendo las más perjudicadas las mujeres y niñas, que por lo general realizan este trabajo.

Por lo antes expuesto se realiza el diseño del sistema de abastecimiento de agua. El estudio del proyecto es apoyado y financiado por una organización de carácter social, llamada “El Porvenir” lo cual permitirá el beneficio del vital líquido con el tratamiento adecuado para mejorar la salud y el bienestar de la comunidad.

### **1.3 Justificación**

El sistema de abastecimiento de agua potable es una medida que contribuye a mejorar la calidad de vida de la población, el desarrollo y progreso como comunidad, en el municipio de Terrabona, Comunidad de El Hatillo. Es de vital importancia actualizar el sistema de abastecimiento de agua potable para cubrir la demanda de la comunidad.

La población se abastece de agua a través de pozos artesanales que se encuentran perforados, siendo uno de ellos el que más uso se le da y con el que se abastece la comunidad, pero este líquido con vulnerabilidad a contaminarse contribuye a la transmisión de microorganismos patógenos y bacteriológicos que inciden en la impureza, olor, color y sabor provocando enfermedades de origen hídrico, y que en general se pueden prevenir con el tratamiento y control de calidad del agua antes de consumirla.

El abastecimiento de agua en la comunidad El Hatillo, es de suma importancia como medio de salud preventiva, ya que contribuye directamente a bajar la demanda en los servicios de salud, así como reducir la inseguridad ciudadana, sobre todo de mujeres y niños que tienen que recorrer cierta distancia para obtener el suministro del agua, haciendo un mayor esfuerzo físicamente lo cual perjudica cada día a la población, también el abastecimiento disminuirá las enfermedades que se han presentado a lo largo de la historia.

Para que la comunidad pueda obtener estos beneficios y cubrir sus necesidades, se necesita hacer el Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general:**

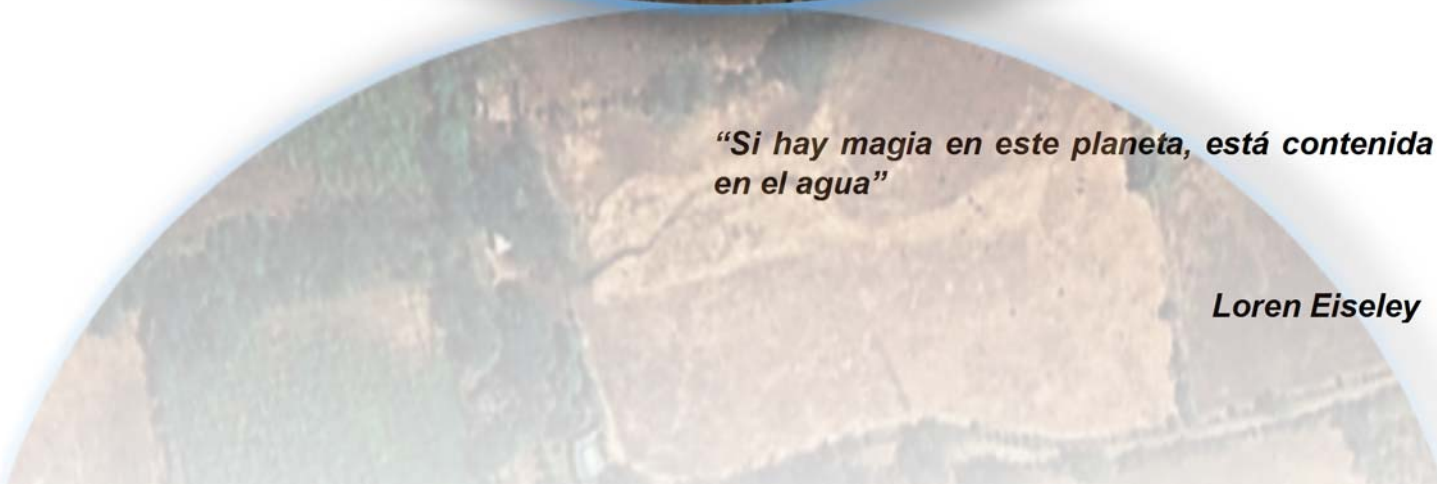
Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad El Hatillo del municipio Terrabona, departamento Matagalpa.

### **1.4.2 Objetivos específicos:**

1. Investigar la documentación básica existente del proyecto, como es el documento de anteproyecto y censo poblacional.
2. Determinar la población actual, por medio de la realización de un censo y estudio Socio-Económico.
3. Elaborar levantamiento topográfico.
4. Realizar el diseño de los componentes del sistema.
5. Calcular los costos de la obra.

An aerial photograph of a rural landscape, showing a patchwork of brown and green fields, some trees, and a small cluster of buildings with red roofs. The image is framed by a circular blue border.

## Capítulo II: Descripción del área de estudio

A faded, circular aerial photograph of a rural landscape, showing a patchwork of brown and green fields, some trees, and a small cluster of buildings with red roofs.

*"Si hay magia en este planeta, está contenida  
en el agua"*

*Loren Eiseley*

## **Capítulo II: Descripción del área de estudio**

### **2.1 Geografía**

El Municipio de Terrabona limita al norte con los Municipios de Sébaco y Matagalpa, al sur con el municipio de San José de Los Remates, al este con los Municipios de San Dionisio y Esquipulas y al oeste con el Municipio de Ciudad Darío. La Cabecera Municipal está ubicada a 116 km de la ciudad de Managua.

### **2.2 Localidad**

El Municipio de Terrabona cuenta con una Cabecera Municipal del mismo nombre y, subdividida en las siguientes 41 comunidades: San José, Las Palomas, El Pedregal, Santa Rosa, Caña Castilla, El Paraíso, San Pedro, Santa Isabel, La Ceiba, Cañada Grande, San Agustín, La Pita, El Arado, El Bálsamo, Montaña Grande, El Bonete, El Tempisque, La Laguna, El Hatillo, El Bacacán, Apatú, El Rodeo, Puntizuela, Payacuca, Monte Verde, El Obraje, El Rincón, El Ocotillo, Chagüite Grande, Potrero San Antonio, Chaguitillo, El Caracol, Ojo de Agua, Cuajiniquil, Monte Grande, La Danta, Los Calpules, La Joya 1, La Joya 2 y La Esperanza.

La comunidad El Hatillo está ubicada al norte del casco urbano del municipio; aproximadamente a 14 kilómetros del poblado. Para llegar a ella se tiene que tomar la carretera que conduce a las comunidades de Apatú y Payacuca.

### **2.3 Límites de la comunidad El Hatillo:**

Norte : Comunidad Apatú

Sur : Caserío El Chagüite

Este : Comunidades La Pita

Oeste : Comunidad El Caracol



Figura No. 1, Macro localización - Municipio de Terrabona



Fuente: Google earth

Figura No. 2, Mapa municipio terrabona - Comunidad El Hatillo



Fuente: Google earth



A circular photograph showing a large-scale manual excavation project in a rural area. A deep, long trench has been dug into the earth, with several workers visible along its length. The soil is dark brown and appears moist. In the background, there are green hills, some buildings, and a fence. A vertical measuring tape or scale is visible on the right side of the trench, indicating the depth of the excavation. The scene is set in a rural environment with lush greenery and hills in the distance.

## Capitulo III: Marco teórico

*"Olvidamos que el ciclo del agua y de la vida son uno"*

*Jacques Costeau*

## **Capítulo III: Marco Teórico**

### **3.1 ¿Qué es una evaluación socioeconómica?**

La evaluación socioeconómica es una condición necesaria pero no suficiente para la realización de un proyecto bajo el esquema de APP (asociación pública privada).

### **3.2 Evaluación socioeconómica**

Para que esta investigación diera resultados óptimos para el desarrollo del proyecto, se realizó un estudio socio-económico que permitió conocer las necesidades básicas y situación actual de la población en esta comunidad. Además, se realizó un censo poblacional para adquirir información confiable para el periodo de diseño.

En dicho estudio se analizaron los siguientes aspectos:

- Situación y demanda de agua que se presenta
- Situación de saneamiento
- Capacidad económica
- Voluntad e interés de la comunidad

Se realizó un censo poblacional a las comunidades con el fin de conocer y valorar la situación que enfrentan los pobladores, con respecto a: salud, educación, género, economía, saneamiento, demanda de agua, entre otras.

### **3.3 Conceptos generales**

#### **Levantamiento topográfico**

Se define como tal, el conjunto de operaciones ejecutadas sobre un terreno con los instrumentos adecuados para poder confeccionar una correcta representación gráfica o plano.

#### **Censo de población**

Puede definirse como un conjunto de operaciones, que consisten en reunir, elaborar y publicar datos demográficos, económicos y sociales, correspondiente a

todos los habitantes de un país o territorio, referidos a un momento determinado o a ciertos periodos dados.

Es el proceso de total de recolectar, compilar, evaluar, analizar y publicar o diseminar en cualquier otra forma, los datos (o la información) demográficos, económicos y sociales que pertenecen en un momento determinado, a todas las personas de un país o de una parte bien delimitada del mismo.

### **Tasa de crecimiento**

Es un cálculo matemático que se obtiene de la diferencia entre dos valores en el tiempo tomando como referencia el porcentaje del primer valor. Este indicador puede aplicarse a diferentes ámbitos, como son el empresarial, el demográfico, o el económico, de manera que podemos averiguar el porcentaje de crecimiento de cualquier supuesto en un periodo de tiempo determinado.

### **Población de diseño**

Es la población futura de una localidad que se estima analizando las características sociales, culturales y económicas de sus habitantes en el pasado y en el presente, para hacer predicciones sobre su futuro desarrollo.

### **Línea de conducción**

Se entiende por línea de conducción al tramo de tubería que transporta agua desde la captación hasta la planta potabilizadora, o bien hasta el tanque de regularización, dependiendo de la configuración del sistema.

### **Fuente de abastecimiento**

se entiende por fuente de abastecimiento aquel punto o fase de ciclo natural del cual se desvía o aparta, temporalmente para ser usada regresando finalmente a la naturaleza.

### **Red de distribución**

Es un sistema de distribución conectado por tuberías y accesorios que permite llevar fluido el caudal hasta las viviendas de los habitantes.

### **Tanque de almacenamiento**

Son estructuras de diversos materiales, por lo general de forma cilíndrica, que son usadas para guardar líquidos o gases a presión ambiente, en este caso almacena su almacenamiento es agua.

### **Bomba sumergible**

Es una bomba que tiene un impulsor sellado a la carcasa. El conjunto se sumerge en el líquido a bombear. La ventaja de este tipo de bomba es que puede proporcionar una fuerza de elevación significativa, pues no depende de la presión de aire externa para hacer ascender el líquido.

### **Presupuesto**

Es el cálculo, exposición, planificación y formulación anticipada de los gastos e ingresos de una actividad económica.

### **Consumo**

Es el agua utilizada por un grupo cualquiera radicado en un lugar. Este consumo estará en proporción al número de habitantes y al nivel de desarrollo de sus actividades comerciales e industriales.

Los factores que afectan el consumo de una población son:

- Temperatura
- Calidad del agua
- Características socioeconómicas
- Servicio de alcantarillado
- Presión en la red de distribución de agua
- Administración
- Medición y tarifa

### **Consumo doméstico**

Consumo familiar dentro del cual se contempla agua para descarga del excusado, aseo corporal, cocina, bebida, lavado de ropa, riego de jardines y patios, limpieza en general, lavado de automóviles, aire acondicionado, etc.

### **Consumo comercial**

suministro de agua a sectores como: tiendas, bares, restaurantes, estaciones de servicio, etc.

### **Consumo industrial**

Agua como materia prima, agua consumida en procesamiento industrial, agua necesaria para instalaciones sanitarias, comedores, etc.

### **Consumo público**

Limpieza de vías públicas, riego de jardines públicos, fuentes y bebederos, limpieza de la red de alcantarillados sanitarios y de galería de aguas pluviales, edificios públicos, piscinas públicas y recreo, combate contra incendios. Por los cuales el abastecedor municipal en general no recibe pago.

### **Pérdidas y desperdicios**

Agua que no es asignada a un usuario en específico. Esta agua es atribuida a errores en las lecturas de los medidores, conexiones sin autorización y fugas en los sistemas de distribución.

### **Consumo promedio diario**

Es el caudal que consume a diario una población; generalmente se obtiene del promedio de consumos de un año. Por tal razón, cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes. La cantidad total de agua pérdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario, cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

### **Consumo máximo diario**

Representa el día de mayor consumo en el año. Este caudal es el que debe aportar como mínimo la fuente de abastecimiento y es el que debe de llevar la línea de conducción y con el que se calcula la capacidad de la planta potabilizadora.

### **Consumo máximo horario**

Es el caudal que satisface la demanda de la hora de mayor consumo. Se utiliza en el diseño de la red de distribución del sistema. Para efectos de cálculos se determina incrementando el caudal promedio por el factor de máxima hora.

### **Fuentes de abastecimiento**

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema de abastecimiento, por tanto, debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales:

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

Las fuentes de abastecimiento pueden ser:

- Subterráneas (manantiales, pozos, nacientes)
- Superficiales (lagos, ríos, canales, etc.)

Pluviales (aguas de lluvia)

Las normas referentes al Diseño de Abastecimiento de Agua en el medio rural y saneamiento básico rural por el INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados) son NTON-09001-99 y NTON-09002-99.

Para el diseño de un sistema de agua potable en la zona rural se requiere de las normas y criterios regidos a la ley del país, entre ellas la Ley #620 Ley general de aguas nacionales que tiene por objeto ordenar y regular la gestión integrada de los recursos hídricos a partir de las cuencas, sub cuencas y micro cuencas hidrográficas e hidrogeológicas del país.

La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen el sistema.

La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población.

La información de datos poblacionales se obtuvo de las siguientes fuentes de información: Censos Nacionales de 1950, 1963 y 1995, INEC Y EL MINSA.

### **3.4 Cálculo de población**

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usa el método geométrico expresado por la fórmula siguiente:

$$P_n = P_o (1+r)^n$$

Debido a que no disponíamos de datos históricos de población al inicio del período de este diseño, efectuamos un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios y promotores sociales, previamente entrenados.

### **3.5 Dotación**

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- 1) Nivel de Servicio adoptado
- 2) Factores geográficos
- 3) Factores culturales
- 4) Uso del agua.

a) Para Sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignó un caudal de 30 a 40 lppd.

b) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignó un caudal de 50 a 60 lppd.

- c) Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignó una dotación de 20 a 30 lppd.

### **3.6 Población a servir**

- ✓ En los mini acueductos por gravedad y captaciones de manantial la población a servir está en dependencia de las características de la población objeto del estudio, el tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecerse.
- ✓ La población a servir por los pozos excavados a mano se estima como mínimo 6 familias de 6 miembros o sea 36 personas por pozo.
- ✓ En los pozos perforados la población a servir se estima como mínimo de 100 personas por pozo.

### **3.7 Nivel de servicio**

Se denomina nivel de servicio a la forma final de aprovisionamiento de agua, se recomiendan puestos públicos o conexiones domiciliarias.

#### **3.7.1 Puestos públicos**

Son tomas de agua que se implantan particularmente en el sector rural para abastecer dos a un máximo de 20 casas.

Se considera lo siguiente:

- Debe instalarse en terreno comunal y si es privado garantizar que pase a ser comunal.
- El puesto público no debe ser usado para el lavado de ropa, baño de personas o animales, lavado de maíz, etc.



- Se cerca el puesto de tal forma que se garantice su protección evitando el acceso de animales.
- En cada puesto público se coloca como máximo 2 grifos.

### **3.7.2 Ubicación**

- a) El número de puestos a instalarse depende de la cantidad de casas, el número de personas y la ubicación de las casas, para su ubicación debe abastecer como mínimo dos casas.
- b) Se ubica puestos en las Escuelas, Centro de Salud, Centros Infantiles.
- c) El puesto se ubica centralizado a las casas a servir.
- d) La distancia máxima entre puesto y casa más alejada es de 100 mts

### **3.8 Criterios técnicos**

El flujo de un grifo debe ser de 0.10 lps mínimo y 0.30 lps máximo.

Se recomienda usar un flujo menor para no desgastar los empaques en muy corto tiempo. Se puede controlar el flujo con una válvula de tapón (globo de ½" en la entrada del puesto). Al instalar la válvula, tiene que ajustarse, para que se obtenga el flujo deseado.

La carga residual mínima debe ser de 5 mts y máxima 50 mts.

Se recomienda cargas menores que la máxima permisible, porque se controla mejor el sistema y se presenta menor desgaste de los empaques y accesorios.

El diámetro de las conexiones y de los grifos es de ½" (12 mm).

### **3.9 Conexiones domiciliarias**

Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.

Las condiciones sociales y técnicas son las siguientes:

#### **3.9.1 Condiciones sociales**

- a) Debe realizarse un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad para construir un sistema con tomas domiciliarias.
- b) Debe realizarse una campaña educativa a la comunidad en cuanto al uso y ahorro del agua y protección del Sistema, ya que cada llave quede dentro de cada casa.

#### **3.9.2 Condiciones técnicas**

- a) Se debe realizar un estudio de factibilidad en el Sistema particularmente de la capacidad de la fuente, debido a que la dotación se incrementa comparado con los puestos públicos.
- b) La comunidad debe aportar parte de la tubería a utilizarse en las tomas domiciliarias. La conexión domiciliar llega hasta el lindero de la propiedad, a partir de ahí la conexión corre por cuenta del propietario.
- c) Se aplican todos los criterios técnicos señalados en la construcción de puestos públicos. (Ver Anexo V)

- d) El diámetro de las conexiones y de los grifos es de ½" (12 mm.)

### **3.10 Parámetros de diseños**

#### **3.10.1 Período de diseños**

En los diseños de proyectos de Abastecimiento de Agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

- ✓ Determinar que períodos de estos componentes del sistema, deben satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- ✓ Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas.
- ✓ Cuáles son las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

A continuación, se indican los períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

**Cuadro #1**

Componentes y periodos del diseño de abastecimiento de agua potable

<b>Tipos de Componentes</b>	<b>Período de Diseño</b>
<b>Captaciones (pozo perforado)</b>	15 años
<b>Línea de conducción</b>	15 años
<b>Tanque de almacenamiento</b>	20 años
<b>Red de distribución</b>	15 años

Fuente: Normas Técnicas de diseño de abastecimiento de agua en el medio rural (INAA)

#### **3.10.2 Variaciones de consumo**

Las variaciones de consumo están expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPD (Consumo promedio diario)

Consumo máximo hora (CMH)= 2.5 CPD (Consumo promedio diario)

### 3.10.3 Presiones máximas y mínimas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

**Cuadro #2**

Materiales para el diseño de abastecimiento de agua potable y su coeficiente

Material del conducto	Coeficiente de rugosidad
Tubo de hierro galvanizado (H°. G°)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de hierro fundido (H°.F°)	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente: Normas técnicas rurales de diseño de abastecimiento y potabilización de agua (INAA)

### 3.10.4 Velocidades permisibles en tuberías

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

### **3.10.5 Cobertura de tuberías**

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo.

### **3.10.6 Pérdidas de agua en el sistema**

Cuando se proyectan Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

## **3.11 Fuentes de abastecimiento**

### **3.11.1 Generalidades**

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto: debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales.

- a. Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- b. Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

### **3.11.2 Manantiales**

Los manantiales son puntos localizados en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea. Generalmente este tipo de fuentes, sufre variaciones en su producción, asociadas con el régimen de lluvia en la zona. En la mayoría de los casos, es de esperar que el caudal mínimo del manantial coincida con el final del período seco en la zona.

Los criterios para considerar un manantial como fuente de suministro de agua potable son los siguientes:

- a. El dato o datos de aforo, debe corresponder al final del período seco de la zona y se toma como base para el diseño, el mínimo valor obtenido.
- b. El caudal crítico de producción de la fuente debe ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del período de diseño, de lo contrario se desecha su utilización, o se complementa con otra fuente disponible.

Estas consideraciones son válidas para sistemas tipo MAG, MABE y CM.

### **3.11.3 Pozos**

#### **3.11.3.1 Pozo excavado a mano (PEM)**

Esta opción resulta ser una solución tecnológica bastante apropiada para el suministro de agua para el sector rural disperso. Para garantizar la durabilidad del sistema se deberá cumplir con los siguientes criterios:

- a) Todo PEM debe ser sometido a una prueba de rendimiento. El procedimiento para la realización de la prueba se presenta más adelante.
- b) Son considerados solamente aquellos PEM, cuyo nivel estático se encuentre como mínimo 2 mts. por encima del fondo del pozo; esta medida debe realizarse al final del periodo de seco de la zona.

#### **3.11.3.2 Pozo perforado (PP)**

Esta elección se considera únicamente si las opciones PEM, MAG Y CM no se pueden aplicar. Corresponde a la utilización de un pozo perforado empleando una bomba manual, por lo cual se debe cumplir con los siguientes criterios:

- a) El caudal máximo de explotación se obtiene mediante una prueba de bombeo, siguiendo las consideraciones en el inciso “a” del apartado 5.3.3 mini acueducto por bombeo eléctrico.

- b) El caudal máximo de explotación del pozo es igual o superior a 19 litros por minuto.

El servicio brindado por Pozo Excavado a Mano (PEM) o Pozo Perforado (PP), se equipa con bomba manual, preferiblemente del tipo “mecate”. Su ubicación queda equidistante de las viviendas y no mayor de 100 mts. de la más alejada.

### **3.12 Estaciones de bombeo**

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en; caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía.

#### **3.12.1 Caseta de control**

La caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

#### **3.12.2 Fundaciones de equipos de bombeo:**

La fundación del equipo de bombeo se diseña de acuerdo a las dimensiones y característica del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la compresión de  $210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días.

#### **3.12.3 Equipo de bombeo y motor**

##### **3.12.3.1 Bombas verticales**

Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible, para su selección deben tomarse en cuenta los factores siguientes:

- ❖ Nivel de bombeo de acuerdo a los resultados de las pruebas de bombeo efectuada al pozo.
- ❖ Variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en las estaciones seca y lluviosa.
- ❖ El diámetro del ademe del pozo, el cual debe estar relacionado al caudal a extraerse según los siguientes cuadros:

**Cuadro n°3**

Relación diámetro interno ademe del pozo y caudal de bombeo

Diámetro interno ademe del pozo		Caudal de bombeo	
<i>(Pulgada)</i>	<i>(milimetro)</i>	<i>Gpm</i>	<i>Lps</i>
6	150	160	10
8	200	240	25
10	250	400	25

Fuente: Normas técnicas rurales de diseño de abastecimiento y potabilización de agua (INAA)

**Cuadro n°4**

Relación diámetro columna de bombeo y caudal de bombeo

Diámetro de columna de bombeo		Caudal de bombeo	
<i>(Pulgada)</i>	<i>(milimetro)</i>	<i>Gpm</i>	<i>Lps</i>
3	75	50	3.15
4	100	100	6.3
6	150	600	37.8

Fuente: Normas técnicas rurales de diseño de abastecimiento y potabilización de agua (INAA)

- ❖ El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplada a la bomba, se diseña para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud, por



lo cual se recomiendan los diámetros para columnas de bombeo en relación al caudal, en el cuadro siguiente se reflejan estos valores.

- ❖ Tipo de impulsores
- ❖ Característica del arranque y puesta en marcha
- ❖ Flexibilidad de operación
- ❖ Curvas características de las bombas
- ❖ Golpe de ariete
- ❖ Tuberías en succión y descarga de equipos de bombeo
- ❖ El diámetro de la tubería de succión y de impulsión no deben ser menores que las admitidas por las bombas, en caso de que el diámetro de la tubería de succión sea mayor que el de la admisión de la bomba (bombas horizontales), se debe conectar una reducción excéntrica
- ❖ La velocidad que se recomienda en la tubería de succión se indica en el cuadro n°5:

**Cuadro n°5**  
Velocidad en la tubería de succión según diámetro y caudal

Velocidad	Diametro	Caudal
Metros por segundo	Milimetro	Litros por segundo
0.75	50	Hasta 1.5
1.10	75	5
1.30	100	10

Fuente: Normas técnicas rurales de diseño de abastecimiento y potabilización de agua (INAA)

En la tubería de descarga se debe efectuar un estudio económico-comparativo de diversos diámetros para seleccionar el más apropiado. En la descarga o sarta de la bomba deben considerarse una válvula de compuerta y una válvula de retención, para la selección del diámetro se recomienda en el cuadro siguiente:

**Cuadro n°6**

Diámetro de sarta en relación a un rango de caudales

Diámetro de sarta		Rango de caudales	
(Pulgadas)	(Mm)	Gpm	Lps
2	50	80	5.05
3	75	200	12.6

Fuente: Normas técnicas rurales de diseño de abastecimiento y potabilización de agua (INAA)

El diámetro de la sarta está definido por el diámetro del medidor de agua. La válvula de retención debe colocarse entre la bomba y la válvula de compuerta, se debe considerar una válvula de alivio para proteger la instalación del golpe de ariete recomendándose los siguientes diámetros de acuerdo al cuadro n°7:

**Cuadro n°7**

Diámetro de válvula de alivio con el caudal de descarga

Diámetro de valvulas		Rango de caudales			
(Pulgadas)	(Mm)	Gpm		Lps	
3	75	250	500	15.8	31.5
2	50	60	250	3.8	15.8
1	25	60		3.8	

Fuente: Normas técnicas rurales de diseño de abastecimiento y potabilización de agua (INAA)

La sarta debe llevar:

- Medidor maestro
- Manómetro con llave de chorro ½"
- Derivación descarga para prueba de bombeo y limpieza de la sarta.
- Unión flexible para efecto de mantenimiento, las tuberías deben anclarse adecuadamente y determinar las fuerzas que actúa en los atraques para obtener un buen diseño.

### **3.13 Línea de conducción y red de distribución**

#### **3.13.1 Generalidades**

La línea de conducción y red de distribución, junto con la fuente, forman la parte más importante del sistema de abastecimiento de agua, ya que por su medio el agua puede llegar hasta los usuarios.

#### **3.13.2 Línea de conducción**

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad debe ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Se le debe proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. Cuando la topografía del terreno así lo exija se debe instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los columpios.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo.

#### **3.13.3 Línea de conducción por gravedad**

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. Se debe tener en cuenta los aspectos siguientes:

- a) Se diseña para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CMD= 1.5 CPD).

- b) En los puntos críticos se debe mantener una presión de 5m por lo menos.
- c) La presión estática máxima está en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 mts. incorporando en la línea tanquillas rompe presión donde sea necesario.

### 3.13.4 Línea de conducción por bombeo

En el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hace uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo. Debe considerarse los siguientes aspectos.

- ✚ Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinan por el uso de la fórmula de Hazen William u otra similar.

- ✚ Para determinar el mejor diámetro (más económico) se aplica la formula siguiente, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América. (Similar a la de Bresse, con  $K=0.9$  y  $n=0.45$ )

D: Diámetro (m)  $D = 0.9 (Q)^{0.45}$

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

- ✚ Se dimensiona para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual se estima en 1.5 del consumo promedio (CMD=1.5 CP, más las pérdidas).

- ✚ La tubería de descarga debe ser seleccionada para resistir las presiones altas, y deben ser protegidas contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de las bombas.

### **3.13.5 Red de distribución**

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño debe considerarse los aspectos siguientes:

- a) Se debe diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ( $CHM=2.5CPD$ , más las pérdidas).
- b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- c) La red se debe proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

### **3.13.6 Hidráulica del acueducto**

El análisis hidráulico de la red y de la línea de conducción, permite dimensionar los conductos que integran dichos elementos. La selección de los diámetros es de gran importancia, ya que, si son muy grandes, además de encarecer el sistema, las bajas velocidades provocarán problemas de depósitos y sedimentación; pero si es reducido puede originar pérdidas de cargas elevadas y altas velocidades las cuales podrían causar erosión a las tuberías.

### **3.13.7 Líneas de Conducción**

Para el dimensionamiento de la tubería de las líneas de conducción se aplica la formula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

### **3.13.8 Red de distribución**

Para el análisis de la red deben considerarse los casos de red abierta (Ramificada) y de malla cerrada. Para el primer caso el análisis puede efectuarse de dos maneras.

### **3.14 Almacenamiento**

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

#### **3.14.1 Capacidad**

La capacidad del tanque de almacenamiento debe de satisfacer las condiciones siguientes:

a) Volumen compensador:

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estima en 15% del consumo promedio diario.

b) Volumen de reserva

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estima igual al 20 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estima igual al 35% del consumo promedio diario.

### **3.14.2 Localización**

Los tanques de almacenamiento deben estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución.

### **3.15 Potabilización**

El suministro de agua potable para el sector rural procedente de fuentes superficiales, sean éstas pequeños ríos o quebradas, o afloramientos de agua subterráneas como los manantiales, pueden presentar características fisicoquímicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano, esto implica que se requiere de una serie de procesos unitarios con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas establecidas.

Estos procesos unitarios se clasifican en pre tratamiento, tratamiento y post tratamiento, los que se describen a continuación

#### **3.15.1 Pre tratamiento**

Cuando la turbiedad tiene un valor promedio de más de 50 UTN en períodos que sobrepasan algunas semanas, o más de 100 UTN en períodos que sobrepasan algunos días, es necesario efectuar un pre tratamiento antes de pasar el agua a través de los filtros lentos, con la finalidad de disminuir la turbiedad. Los pre tratamientos más simple que pueden emplearse son; captación indirecta, y la pre filtración en lechos granulares, estos pueden combinarse.

#### **3.15.2 Captación indirecta – Pre filtro vertical**

El pre filtro vertical está conformado por grava de acuerdo a las características señaladas en el cuadro 8.

**Cuadro n°8**

Especificaciones de grava Pre filtro vertical

Capa	Espesor	Diámetro
1	0.10	15-25
2	0.20	10-15
3 <sup>1/2</sup>	0.50	5-10

Fuente: Normas rurales INAA

El sentido del flujo es vertical descendente con una velocidad de filtración de  $6\text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$  ( $0.25\text{m/h}$ ). El sistema de recolección es mediante un sistema de tubería, principal y secundaria que la conducen a una cámara de recolección.

### 3.15.3 Captación indirecta – Pre filtro horizontal

El Pre filtro horizontal comprende los elementos siguientes: un muro de protección conformado por piedras con juntas abiertas. El filtro es un canal con grava como medio filtrante, de acuerdo a la tabla 9.

**Cuadro #9**

Especificación de grava Pre filtro horizontal

Capa	Espesor	Diámetro
1 <sup>1/2</sup>	1	80-250
2	4.50	30-70
3 <sup>1/2</sup>	4.50	5-12

Fuente: Normas rurales INAA



La velocidad de filtración más recomendable es de  $12 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$  (0.5m/h). El agua es recolectada mediante una galería con tuberías perforadas que la conducen a una cámara de recolección.

#### **3.15.4 Desinfección**

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente un agua exenta de organismos patógenos que evite brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico. Para lograr esto, es necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garanticen su buena calidad.

Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, dado a sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores; también es la sustancia química que más económicamente y con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección.

El cloro se presenta puro en forma líquida, o compuesta como hipoclorito de calcio el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, y el hipoclorito de sodio de configuración líquida.

En el caso de acueductos rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación. Se debe tener el debido cuidado para el transporte, manipuleo del equipo requerido, disponibilidad suficiente y seguridad en cuanto al almacenamiento. El tiempo de almacenamiento para el hipoclorito de sodio no debe ser mayor de un mes y para el de calcio no mayor de tres meses.

La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectúa mediante el hipoclorador de carga constante.

### **3.16 Calidad de agua**

Se estima que el 80% de todas las enfermedades en el mundo están asociadas con el agua de mala calidad.

Muchas de las enfermedades tales como las infecciones de los ojos y la piel se deben probablemente a la falta de agua. Si se mejora la calidad y cantidad del suministro de agua, la proliferación de las enfermedades se disminuye previendo de esta forma epidemias futuras.

El objetivo de estas normas es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua, para lo cual se debe seguir las siguientes instrucciones.

- a) La fuente de agua a utilizar en el proyecto, se le debe efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.
- b) Los parámetros mínimos de control para el sector rural son: coliformes total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.
- c) El análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deben cumplir con las normas de calidad del agua vigente aprobada por el INAA y MINSA.



## Capítulo IV: Diseño metodológico

*"El agua es la alma madre de la vida y la matriz, no hay vida sin agua"*

*Albert Szent Gyorgi*

## **Capítulo IV: Diseño metodológico**

### **4.1 Descripción general del sitio**

El Municipio de Terrabona limita al norte con los Municipios de Sébaco y Matagalpa, al sur con el municipio de San José de Los Remates, al este con los Municipios de San Dionisio y Esquipulas y al oeste con el Municipio de Ciudad Darío. La Cabecera Municipal está ubicada a 116 km de la ciudad de Managua.

El Municipio de Terrabona cuenta con una Cabecera Municipal del mismo nombre y, subdividida en 41 comunidades, entre ellas la Comunidad El Hatillo, ubicada al norte del casco urbano del municipio; que es el sitio objeto de nuestro trabajo investigativo.

### **4.2 Evaluación socio económica**

Para que esta investigación diera resultados óptimos para el desarrollo del proyecto, se realizó un estudio socio-económico que permitió conocer las necesidades básicas y situación actual de la población en esta comunidad. Además, se realizó un censo poblacional para adquirir información confiable para el periodo de diseño.

En dicho estudio se analizaron los siguientes aspectos:

- Situación y demanda de agua que se presenta
- Situación de saneamiento
- Capacidad económica
- Voluntad e interés de la comunidad

Se realizó un censo poblacional a las comunidades con el fin de conocer y valorar la situación que enfrentan los pobladores, con respecto a: salud, educación, género, economía, saneamiento, demanda de agua, entre otras.

Este censo se realizó utilizando el instrumento investigativo “encuestas” aplicadas el día 11 de octubre del 2017. Para el procesamiento de la información se utilizó el programa Excel, hoja de cálculo bajo ambiente Windows que permite

trabajar con tablas de datos, gráficos de aspecto profesional facilitando la creación de informes permitiendo presentar los resultados de la investigación de manera confiable.

### **4.3 Levantamiento topográfico**

Se realizó un estudio de altimetría y planimetría mediante un levantamiento topográfico, con el objetivo de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra de elementos naturales e instalaciones construidas por la población. Se tomaron los datos necesarios para la representación gráfica (planos) del área de estudio.

El levantamiento topográfico se realizó en las fechas 7, 8 y 9 de noviembre del 2017.

#### **4.3.1 Equipos y herramientas utilizadas**

- Estación total SOKKIA
- Prisma y porta prisma
- Brújula
- Cinta métrica: Marca Trupper, milimetrada de 5 mts.
- Libreta de campo
- Materiales complementarios: Estacas de madera, spray rojo, clavos, mazo, machete.

#### **4.3.2 Método utilizado**

La metodología que utilizamos para este proceso de levantamiento fue:

- a) Estacionamos el instrumento a la par del pozo y nos ubicamos al Norte con la brújula, para desplazarnos a la ubicación del tanque.
- b) Para la ejecución del levantamiento topográfico se consideró la ayuda de los mismos habitantes de la comunidad, un topógrafo y 3 ayudantes de topógrafo.



- c) El levantamiento topográfico se realizó utilizando el método convencional de poligonal, trazo, nivelación y secciones, con equipo de precisión.

**Figura #4:** Levantamiento topográfico –El Hatillo- Terrabona



Fuente: Elaboracion propia

**Figura #5:** Levantamiento topográfico –El Hatillo- Terrabona



Fuente: Elaboracion propia

Después de obtener el levantamiento topográfico, se hizo el procesamiento de la información mediante el programa Auto CAD 2018, para así obtener la representación gráfica del terreno y los datos que se necesitan para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

#### **4.4 Estudios de la fuente de abastecimiento**

Para la determinación más viable de la fuente de abastecimiento, se tomó información de parte de la Alcaldía de Terrabona sobre las fuentes de abastecimiento existentes en la comunidad El Hatillo.

Se logró determinar que en las comunidades y sus alrededores no se identificó fuentes de abastecimiento de aguas superficiales, que se pueda captar y conducir las por gravedad a las viviendas de la comunidad.

Ante lo anteriormente expuesto, la solución a este problema es la búsqueda de agua que se encuentra sumergida en los pozos existentes de la comunidad, por lo tanto, se realizó aforo para determinar detalladamente la fuente a utilizar para el abastecimiento de dicha comunidad.

##### **4.4.1 Aforo de la fuente de abastecimiento**

Para realizar el aforo se tomó en cuenta como base para el diseño final del estudio de bombeo, las normas rurales del INAA. Se realizó aforo en la fuente de abastecimiento existente para la medición del gasto o caudal de producción de la fuente, y así se obtuvo la información necesaria para el diseño de la estación y la selección de los equipos de bombeo.

Se ejecutó la prueba de bombeo escalonada con 7 horas de duración, por cada escalón, la fuente se tuvo que ir adaptando de acuerdo al rebajamiento del pozo. Con una profundidad de 37.19m o (122pies), nivel estático del agua de 9.11m (29.88pies)

##### **4.4.2 Recolección de muestra de agua**

Análisis Físico-Químico: Las muestras para los análisis físico – químicos fueron captados, preservados, transportados y analizados siguiendo los Procedimientos recomendados por el Laboratorio del PIENSA.

#### **4.4.3 Análisis de calidad de la fuente de abastecimiento**

Los análisis físicos-químicos de la posible fuente de abastecimiento fueron realizados en un laboratorio autorizado, para garantizar que el agua suministrada a la población cumpla con los requerimientos necesarios para consumo según las normas CAPRE.

La demanda de máximo consumo se expresa en porcentaje, el INAA establece en sus normas que:

Para el consumo máximo día el factor será 130% para Managua y para el resto del país un valor entre 130% y 150%, en este caso se utilizó 150%, tomando como referencia la norma rural de INAA.

#### **4.5 Variaciones del consumo**

##### **4.5.1 Dotación y consumo promedio diario**

Para dar solución al abastecimiento se ha determinado la distribución de agua para conexiones domiciliarias, que según las dotaciones para abastecimiento de agua en el medio rural del INAA, equivale a 30 litros por persona por día (lppd).

##### **4.5.2 Tasa promedio anual de crecimiento**

La tasa de crecimiento es observada durante el período, la cual se mide a partir de una tasa promedio anual de crecimiento constante del período; su aproximación geométrica es la siguiente:

$$r = \left[ \left( \frac{P_f}{P_0} \right)^{1/n} - 1 \right] * 100$$



Las variaciones de consumo están expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc. Estos valores son los siguientes:

$$CD = \frac{Dotacion * Poblacion}{86400}$$

#### **4.5.3 Consumo institucional**

Dentro de la comunidad existe una escuela, en su Normativa Urbana el INAA establece para esta institución pública que el consumo institucional sea un 7% del consumo doméstico.

Consumo i= 7%\*CD

El Consumo promedio diario es igual a la suma del consumo doméstico y el consumo institucional:

$$CPD = CD + CI$$

#### **4.5.4 Pérdidas para consumo institucional**

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no debe ser mayor del 20%.

$$Q_{fugas} = 20\% * CPD$$

#### **4.5.6 Consumo máximo día**

El consumo máximo día va ser igual al factor de consumo promedio diario que será de 1.5, multiplicado por CPD y sumado las pérdidas.

$$CMD = 1.5 * CPD + Q_{fugas}$$

#### **4.5.7 Consumo máxima hora**

Para el cálculo de consumo máxima hora se multiplica el CPD por el factor de 2.5, sumado las perdidas.

$$CMH = 2.5 * CPD + Q_{fugas}$$

### **4.6 Desinfeccion del agua**

La desinfeccion dentro de los sistemas de tratamiento de agua potable y residual sirve para destruir microorganismos capaces de causar enfermedades de origen hidrico y es considerada como el mecanismo esencial para proteger a los seres humanos de la posible exposicion a focos infecciosos por este medio.

Llevar a cabo la desinfeccion del agua es muy importante. La eleccion del tipo de proceso se hace en base a los costos, la eficiencia y posible automatizacion. La desinfeccion se puede realizar por aplicacion de calor, luz, agentes quimicos oxidantes, ácidos y alcalis, iones metálicos o contacto con superficies activadas químicamente. Los procesos por los cuales los organismos patogenos pueden ser dañados se clasifican como fisicos o quimicos.

En el siguiente Cuadro se encuentran los principales métodos de desinfección que existen:

**Cuadro# 10: metodos fisicos y quimicos de desinfeccion**

Metodos fisicos	Metodos quimicos
Filtracion	Yodo
Temperatura	Bromo
Sedimentacion	Plata ionizada
Radiacion (solar, luz Uv, Gamma)	Ozono
Procesos electroliticos	Cloro

**Fuente: Elaboracion propia**

El método que utilizamos para la desinfección del agua es el método químico por cloro, el cual es un desinfectante de gran poder bactericida, aún en dosis pequeñas. Es económico y de fácil aplicación, aunque requiere precaución en su manejo. Es el reactivo mas usado a nivel mundial tanto en los sistemas de agua potable como residual.

En este proyecto usamos una bomba dosificadora electrica de 24gpd con conexion 110 voltios para el tratamiento del agua que se abastece a la comunidad, así acompañado de un recipiente plástico, con capacidad de 30 galones, que contiene hipoclorito de calcio granular, para dicho tratamiento.


La bomba dosificadora tiene la función de succionar el cloro del recipiente por una manguera delgada transparente, lo cual el dosificador tiene otra manguera de salida, la cual inyecta el cloro en la tubería, mandándola directamente al tanque de almacenamiento y luego a la red de distribución.

La bomba dosificadora tiene un regulador manual para controlar la velocidad de cloro que inyecta a la tubería lo cual el, operador es el encargado de verificar el funcionamiento adecuado y correcto de esta misma.

El equipo requiere de un mantenimiento cada seis meses, por mano obra respectivamente calificada.

A circular inset showing a microscopic view of a cell. The cell has a large, dark, textured nucleus and a lighter, granular cytoplasm. A hand is visible on the left, holding a glass slide. A glass dropper is on the right, dispensing a liquid onto the slide. The background is a solid dark blue.

## Capítulo V: Análisis e interpretación de resultados

A circular inset showing a microscopic view of a cell. The cell has a large, dark, textured nucleus and a lighter, granular cytoplasm. A hand is visible on the left, holding a glass slide. A glass dropper is on the right, dispensing a liquid onto the slide. The background is a solid light blue.

*“Basta una gota de agua, una simple gota de agua, para albergar esperanzas de vida”*

*José María Montero Sandoval*

## **Capítulo V: Análisis e interpretación de resultados**

### **5.1 Descripción general del sitio**

El Municipio de Terrabona limita al norte con los Municipios de Sébaco y Matagalpa, al sur con el municipio de San José de Los Remates, al este con los Municipios de San Dionisio y Esquipulas y al oeste con el Municipio de Ciudad Darío. La Cabecera Municipal está ubicada a 116 km de la ciudad de Managua.

Terrabona cuenta con una Cabecera Municipal del mismo nombre y, subdividida en 41 comunidades, entre ellas la Comunidad El Hatillo, ubicada al norte del casco urbano del municipio; que es el sitio objeto de nuestro trabajo investigativo.

### **5.2 Evaluación socio económica**

Resultado de encuestas:

Se realizó un censo poblacional a las comunidades con el fin de conocer y valorar la situación que enfrentan los pobladores, con respecto a: salud, educación, género, economía, saneamiento, demanda de agua, entre otras.

Este censo se realizó utilizando el instrumento investigativo “encuestas” aplicadas el día 11 de octubre del 2017. Para el procesamiento de la información se utilizó el programa Excel, hoja de cálculo bajo ambiente Windows que permite trabajar con tablas de datos, gráficos de aspecto profesional facilitando la creación de informes permitiendo presentar los resultados de la investigación de manera confiable.

Las encuestas realizadas al 100% de las familias, nos permiten presentar entre los resultados, que la comunidad actualmente cuenta con una población de 186 habitantes distribuidos en 48 viviendas:

La Comunidad también la integran dos edificios de importancia para los pobladores: una iglesia evangélica, y un centro escolar.

En dicho estudio se analizaron los siguientes aspectos:

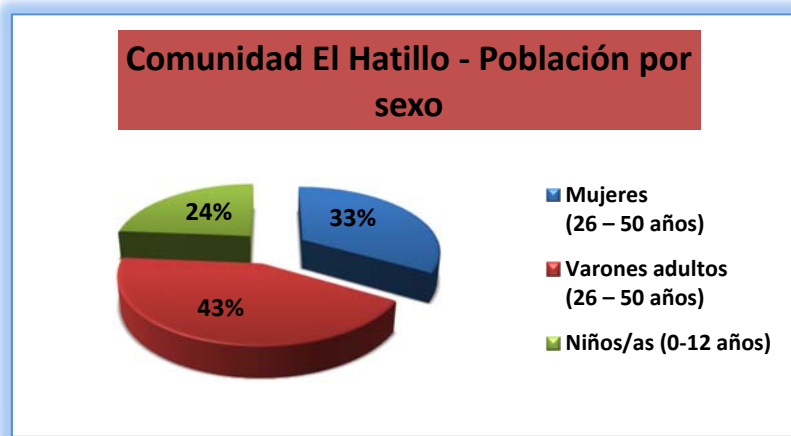
- Situación y demanda de agua que se presenta
- Situación de saneamiento
- Capacidad económica
- Voluntad e interés de la comunidad

A continuación, presentamos y graficamos el resultado de los datos encuestados.

### 5.3 Población total por sexo y edad

Existe una población total de **186 habitantes**, distribuidos de la siguiente manera: el 43% de la población de varones y el 33% a mujeres, ambos en edades entre 26-50 años. El 24% corresponde a niños/as entre 0-12 años.

**Gráfico # 1 Resultado población por sexo y edad**



Fuente: Elaboracion propia

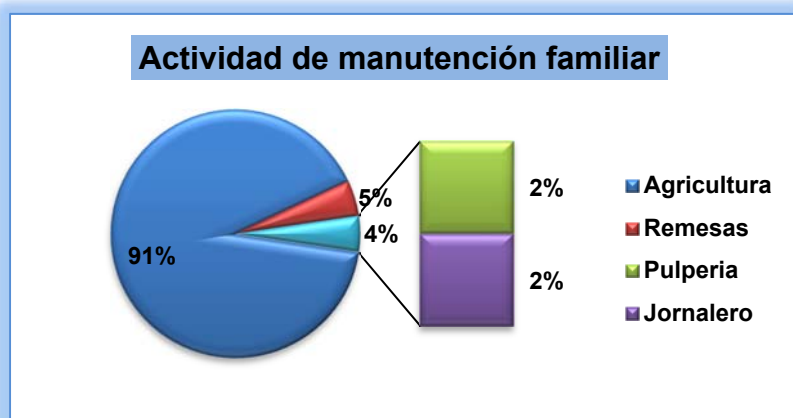
**Tabla#1: Resultado de población sexo y edad**

Mujeres (26 – 50 años)	Varones adultos (26 – 50 años)	Niños/as (0- 12 años)	Total de habitantes
62	80	44	186

Fuente: Elaboración propia

## 5.4 Forma de manutención familiar

Gráfico # 2: Resultado actividad de manutención familiar



Fuente: Elaboracion propia

Como podemos observar en el gráfico No. 2, la actividad principal de supervivencia de la comunidad El Hatillo es la Agricultura representada en el 90% de la población, el 5% depende de remesas familiares, el restante 4% su forma de manutención depende de pulpería y jornaleros, por lo que es evidente la necesidad de la Comunidad de contar con el servicio de agua.

## 5.5 Consumo diario por familia

Para determinar el consumo diario por familia, también presentamos el resultado de esta consulta por medio de nuestra encuesta. El resultado total de consumo diario de la comunidad El Hatillo es de 264 baldes, para un promedio de 5.5 baldes por familia.

Tabla #2 Consumo total diario comunidad y promedio

Total, de consumo diario / baldes por familia	Promedio de consumo diario/baldes por familia
264	5.50

Fuente: Elaboracion propia

Tabla # 3: Consumo diario por familia

Familia	Consumo diario
1	8
2	8
3	4
4	5
5	3
6	5
7	6
8	5
9	7
10	20
11	5
12	8
13	6
14	6
15	5
16	6
17	4
18	3
19	4
20	4
21	2
22	4
23	10
24	4
25	5
26	5
27	4
28	7
29	6
30	3
31	2
32	3
33	10
34	12
35	5
36	8
37	3
38	5
39	8
40	5
41	3
42	7
43	5
44	4
45	4
46	4
47	3
48	3

Fuente: Elaboracion propia



## 5.6 Distancia que recorre la familia para abastecerse de agua

La distancia que deben caminar las familias diariamente para abastecerse del vital líquido, es otro dato importante con el que se confirma la necesidad del diseño de almacenamiento de agua potable compuesto por: Bomba hidráulica centrífuga, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución. Como se puede ver en la siguiente tabla hay familias que caminan diariamente hasta 1,000 600, 500, y 200 metros. A continuación, mostramos los datos recabados en esta encuesta:

**Tabla #4: Distancia diaria recorrida por familia**

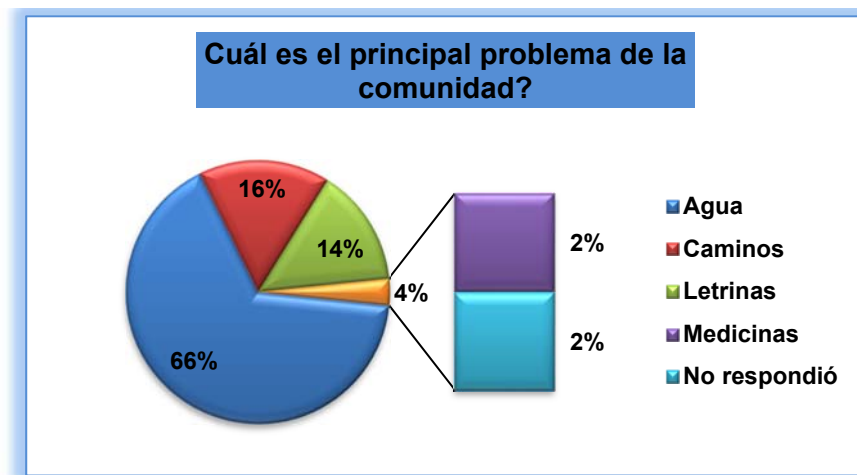
Familia	Distancia de la vivienda para abastecerse/metros
1	1000
2	600
3	500
4	200
5	200
6	180
7	150
8	150
9	126
10	120
11	100
12	100
13	100
14	100
15	35
16	84
17	80
18	80
19	80
20	70
21	70
22	70
23	70
24	70
25	70
26	60
27	60
28	50
29	50
30	50
31	50
32	42
33	40
34	40
35	33.6
36	25.2
37	16.8
38	16.8
39	16.8
40	16.8
41	12
42	12
43	12
44	10
45	10
46	8
47	8
48	5

Fuente: Elaboracion propia

### 5.7 Cuál es el principal problema que enfrenta la comunidad

Era importante que la propia comunidad manifestara cuáles son los problemas o necesidades que enfrenta en su quehacer diario, y como resultado obtuvimos que el 66 % opina que el principal problema de la comunidad es el agua, el 16% caminos, y el 14% opina que letrinas, el restante 2% medicinas y el 2% no respondió.

**Grafico # 3: Resultado principal de problemática de la comunidad**

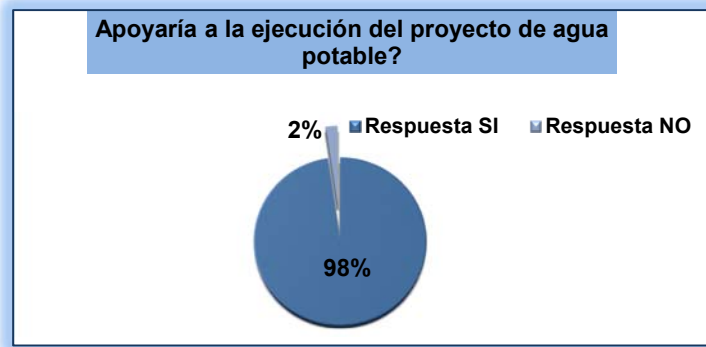


Fuente: Elaboracion propia

### 5.8 Apoyo de la comunidad para la ejecución de un proyecto de agua potable

La aceptación de la comunidad para la ejecución de estos proyectos es muy importante conocer, ya que de aquí se puede obtener el compromiso de la población. Ante esta respuesta se puede observar en el siguiente grafico que el 98% de la población apoyará la ejecución de este proyecto, tan solo el 2% respondió que no.

**Gráfico # 4: Resultado apoyo de la comunidad a la ejecución del**



Fuente: Elaboracion propia

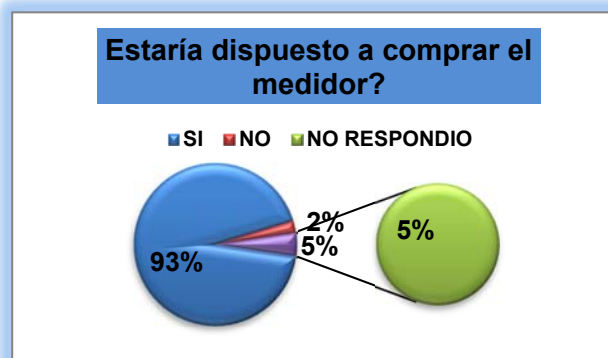
Es importante mencionar los comentarios que obtuvimos del 98% que apoya el proyecto dicen que ***“Ayuda a la comunidad y facilita el no estar cargando agua”***, así como también ***“Tendríamos agua en las casas, ya no habría que caminar hasta el pozo”***. El 2% que dijo no apoyar el proyecto comentó que es por ***“No está en capacidad de asumir gastos”***.

## 5.9 Disponibilidad de la población

### 5.9.1 Disponibilidad de la población a comprar el medidor y apoyar con mano de obra

La respuesta de la comunidad a estas dos preguntas se relaciona con el resultado del gráfico anterior. Coinciden con 93% de encuestados que están dispuestos a comprar el medidor y a colaborar con mano de obra para la ejecución de este proyecto, como se puede observar en los siguientes gráficos.

**Gráfico # 5: Resultado disponibilidad de comprar medidor**



Fuente: Elaboracion propia

**Gráfico # 6: Resultado a poder colaborar con mano de obra**



Fuente: Elaboracion propia

### 5.10 Investigación documental

El resultado que se presenta es tomado de la investigación documental que se nos facilitó de un estudio previo al nuestro. A continuación, detallamos:

#### 5.10.1 Familia y estado de las viviendas

Del total de 48 familias, el estado de sus viviendas se encuentra: el 42% en buen estado, el 37% en regular estado y el 21% en mal estado.

**Gráfico # 7: Resultado estado de las viviendas**



Fuente: Elaboracion Propia

### 5.10.2 Viviendas con letrinas

De estas familias el 83% cuentan con letrinas en mal estado, y el 17% de estas familias no cuentan con letrinas, por lo que durante nuestra investigación pudimos observar que resuelven esa necesidad compartiéndola con las otras familias que si las poseen.

**Gráfico # 8 – Resultado viviendas con letrinas**



Fuente: Elaboracion propia

### 5.10.3 Tabla de calculo de poblacion y caudal futuro

<b>Tasa de Crecimiento</b>	<b>3</b>	%
<b>Dotacion Lppd</b>	<b>30</b>	Lppd
<b>Dotacion Gppd</b>	<b>7.93</b>	Gppd
<b>Poblacion Base</b>	<b>186</b>	Personas
<b>Perdidas</b>	<b>20%</b>	

Litros por persona por día

Galones por persona por día

**Tabla # 5: Calculo de población y caudales futuros**

Año	Poblacion Base	Años	Poblacion Futura	Dotacion	CD			% institucional	Perdidas	CMD			CMH		
	(Habitantes)		(Habitantes)	(Gppd)	(Gpd)	(Gpm)	(Lps)	7% (Gpd)	20%(Gpd)	(Gpd)	(Gpm)	(Lps)	(Gpd)	(Gpm)	(Lps)
2018	186	0	186	7.93	1,475	1.02	0.065	103.25	295	2,611	1.81	0.114	4,086	2.84	0.179
2023	186	5	216	7.93	1,710	1.19	0.075	119.69	342	3,027	2.10	0.132	4,736	3.29	0.207
2028	186	10	250	7.93	1,982	1.38	0.087	138.76	396	3,509	2.44	0.154	5,491	3.81	0.240
2033	186	15	290	7.93	2,298	1.60	0.101	160.86	460	4,067	2.82	0.178	6,365	4.42	0.279
2038	186	20	336	7.93	2,664	1.85	0.117	186.48	533	4,715	3.27	0.206	7,379	5.12	0.323

**Fuente: Elaboracion propia**

## 5.11 Resultados de variaciones del consumo

### 5.11.1 Tasa promedio anual de crecimiento

$$r = \left[ \left( \frac{P_f}{P_0} \right)^{1/n} - 1 \right] * 100$$

$$r = \left[ \left( \frac{336}{186} \right)^{1/20} - 1 \right] * 100 = 3\%$$

Las variaciones de consumo están expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc. Estos valores son los siguientes:

$$CD = \frac{Dotacion * Poblacion}{86400}$$

Dónde:

$$CD = \frac{30 * 336}{86400} = 0.116 \text{ L/s}$$

El consumo doméstico para la comunidad “El Hatillo” es de **0.116 l/s**.

### 5.11.2 Consumo institucional

Dentro de la comunidad existe una escuela, en su Normativa Urbana el INAA establece para esta institución pública que el consumo institucional sea un 7% del consumo doméstico.

$$\text{Consumo i} = 7\% * (0.116) = 0.00812 \text{ l/s}$$

El Consumo Promedio Diario es igual a la suma del consumo doméstico y el consumo institucional.

$$\text{CPD} = 0.116 + 0.00812 = \mathbf{0.1241 \text{ l/s}}$$

### **5.11.3 Pérdidas para consumo institucional**

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no debe ser mayor del 20%.

$$\text{Qfugas} = 20\% \cdot \text{CPD}$$

$$\text{Qfugas} = 0.20 \cdot 0.1241 = \mathbf{0.0248 \text{ L/s}}$$

### **5.11.5 Consumo máximo día**

$$\text{CMD} = 1.5 \cdot \text{CPD} + \text{Qfugas}$$

$$\text{CMD} = 1.5 \cdot 0.1241 \text{ l/s} + 0.0248$$

$$\text{CMD} = \mathbf{0.21 \text{ l/s}}$$

### **5.11.6 Consumo máxima hora**

$$\text{CMH} = 2.5 \cdot \text{CPD} + \text{Qfugas}$$

$$\text{CMH} = 2.5 \cdot 0.1241 + 0.0248$$

$$\text{CMH} = \mathbf{0.3350 \text{ l/s}}$$



### 5.11.7 Perdidas de la columna dentro del pozo

Longitud de la columna en bomba sumergible= 37.18

$$h_f = 5\%(L_c)$$

$$h_f = 0.05(37.18m) = 1.86m$$

$$h_f = 1.86 m$$

### 5.11.8 Perdidas en la descarga

$$L_{real} = L_{total} + L_{tuberia}$$

$$h_{pd} = 10.674 \left( \frac{Q}{c} \right)^{1.852} \left( \frac{L}{\phi^{4.87}} \right)$$

$$L_{real} = 17.2m + 77m = 94.2m$$

$$h_{pd} = 10.674 \left( \frac{0.00021m^3/s}{100} \right)^{1.852} \left( \frac{94.2m}{(0.0508)^{4.87}} \right)$$

$$L_{real} = 94.2m$$

$$h_{pd} = 0.066 m$$

## 5.12 Estudio de la fuente de abastecimiento

### 5.12.1 Ejecución de pruebas

#### 5.12.1.1 Prueba escalonada

Se realizó prueba de 04 escalones, con una duración total de 08 horas. En el primer escalón (Q1) el pozo se bombeó durante 30 minutos con 10 gpm, en el segundo (Q2) se bombeó también durante 30 minutos con 20 gpm. En el tercer escalón (Q3) se bombeó también durante 30 minutos con 30 gpm. Y en el 4to escalón (Q4) se bombeó también durante 330 minutos con 25 gpm

Se le dio 1 hora de recuperación recuperando 3.350 cm/min.

En el primer escalón Q1=10gpm hasta Q4=25, el descenso del pozo no tuvo mucha variación y logro mantenerse variando de los 9.11m hasta los 11.76m.

### 5.12.1.2 Prueba de recuperación

Una vez finalizada la prueba escalonada, se midió la recuperación del pozo durante 60 minutos. Al final de los 60 minutos el abatimiento residual en el pozo fue de los 11.76m, hasta los 9.75m con una recuperación de 2.01 m, o sea que recupera 3.35 cm/minuto.

### 5.12.2 Cálculo del equipo de bombeo

De acuerdo a los cálculos preliminares, debe comprarse un equipo de bombeo que tenga su mayor eficiencia con un caudal de 05 a 10 gpm contra una carga de unos 100 pies. De acuerdo a ello la potencia del motor deberá ser de 1 HP.

### 5.13 Carga total dinámica

➤ Nivel estático del agua (9.11m)	29.88 pies
➤ Abatimiento con 25 gpm (4.89m)	16.03 pies
➤ Descenso regional (2 pie/año x 20 años).	40.00 pies
➤ Variación estacional del NEA	10.00 pies
➤ Altura de descarga	284.6 pies
➤ Perdidas por fricción	5.69 pies
➤ Carga estática	314.48 pies

Carga dinámica total 336 pies

Capacidad de la bomba: 25gpm contra 336 pies de carga

### 5.13.1 Potencia del motor

$$Q = 25 \text{ gpm}$$

$$CE = NE + \text{Altura de descarga}$$

$$CDT = 336 \text{ Pies}$$

$$E_{fb} = 0.85$$

$$CD = \text{Abatimiento} + Fr$$

$$NE = 29.88 \text{ pies}$$

$$\text{Altura de descarga} = 284.6 \text{ pies}$$

$$CDT = CE + CD$$

$$\text{Abatimiento} = 16.03 \text{ pies}$$

$$\text{Perdidas por fricción (Fr)} = 5.69 \text{ pies}$$

$$CE = 29.88 + 284.6 \text{ pies} = 314.48 \text{ pies}$$

$$CD = 16.03 + 5.69 \text{ pies} = 21.72 \text{ pies}$$

$$CDT = 314.48 \text{ pies} + 21.72 \text{ pies} = 336.2 \text{ pies}$$

### 5.13.2 Cálculo de la bomba

$$H_p = \frac{Q * CDT}{3960 * (E_{fb})}$$

$$H_p = \frac{25 \text{ gpm} * 336}{3960 * (0.85)}$$

$$H_p = 1.80 \sim 2.0 \text{ hp}$$

### 5.13.3 Velocidad dentro de la tubería

$$V = \left( \frac{4Q}{\pi D^2} \right)$$

$$V = \frac{4(0.000116 \text{ m}^3/\text{s})}{3.1416 (0.0508)}$$

$$V = 0.0573 \text{ m/s}$$

#### 5.13.4 Golpe de ariete

$$G = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k\left(\frac{D}{e}\right)}}$$

$$G = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + (18 * \frac{55.37}{4.61})}}$$

$$G = 608.856 \text{ m/s}$$

#### 5.13.5 Volumen del tanque

$$\text{Vol. Total} = 35\% + h_f$$

$$\text{Vol. Total} = 0.35 (3197 \text{ Gpd})$$

$$\text{Vol. Total} = 1119 \text{ Gpd}$$

#### 5.13.6 Cálculo de caudal de salida de los nodos

$$Q_i = \left( \frac{L_t}{L_T} \right) \text{CMH}$$

Calculo de caudal de salida de nodo 8

$$Q_i = \left( \frac{32.9\text{m}}{739.07\text{m}} \right) * 0.3498 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_i = 0.015 \text{ L/s}$$

Tabla # 6 -Caudales de salida en cada nodo

CALCULO DE CAUDAL DE SALIDA DE LOS NODOS				
Nodo	Longitud tributaria (Lt)	Longitud total (LT)	CMH (Lt/s)	Caudal en el nodo (Qi-Lt/s)
8	32.9	739.07	0.3498	0.016
9	44.51	739.07	0.3498	0.021
10	26.41	739.07	0.3498	0.012
11	14.18	739.07	0.3498	0.007
6	26.96	739.07	0.3498	0.013
12	14.05	739.07	0.3498	0.007
14	20.84	739.07	0.3498	0.010
15	32.98	739.07	0.3498	0.016
16	30.55	739.07	0.3498	0.014
17	20.64	739.07	0.3498	0.010
18	21.23	739.07	0.3498	0.010
19	17.4	739.07	0.3498	0.008
7	24.04	739.07	0.3498	0.011
20	25.79	739.07	0.3498	0.012
22	23.58	739.07	0.3498	0.011
13	33.7	739.07	0.3498	0.016
23	46.05	739.07	0.3498	0.022
25	29.21	739.07	0.3498	0.014
26	30.56	739.07	0.3498	0.014
27	50.76	739.07	0.3498	0.024
28	14.94	739.07	0.3498	0.007
29	26.96	739.07	0.3498	0.013
21	38.32	739.07	0.3498	0.018

Fuente: Elaboracion Propia

#### 5.14 Cálculo de consumo por kW

1hp= 746 watt

746 watt / 1000 watts= 0.746 kw

0.746 \*h= 0.746 kw \* 7 horas de bombeo= 5.222 kw por hora

### **5.15 Cálculo de tarifa por consumo de energía en cordobas por kw/h**

El precio del kw por hora en cordobas es de:

por bombeo: C\$ 5.5896

Residencial: C\$ 6.1825

$5.22 \text{ kw} * 5.5896 = \text{C\$ } 29.17$  cordobas por hora.

$\text{C\$ } 29.17 * 8 = \text{C\$ } 233.42$  cordobas por ocho horas

$\text{C\$ } 233.42 * 365 = \text{C\$ } 85,199.03$  cordobas al año

$\text{C\$ } 85,199.03 / 12 \text{ meses} = \text{C\$ } 7,099.91$  cordobas al mes

$\text{C\$ } 7,099.91 / 48 \text{ viviendas} = \text{C\$ } 148$  cordobas por vivienda

### **5.16 Cálculo de costo de agua por metro cúbico**

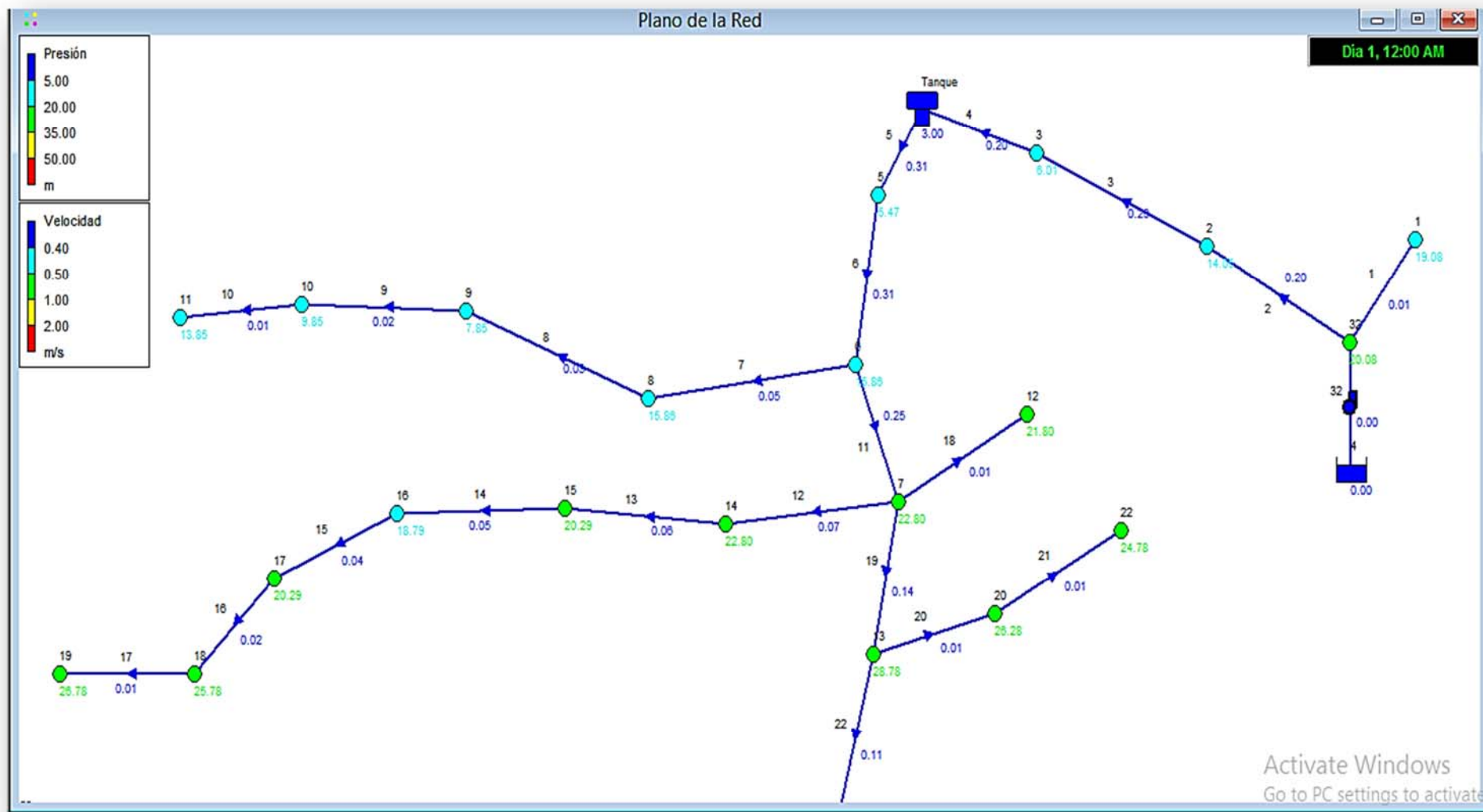
$1 \text{ m}^3 \text{ de agua} = \text{C\$ } 9.7791$

$30 \text{ lppd} * 186 \text{ hab.} = 5,580 \text{ lts}$

$5,580 \text{ lts} / 1000 = 5.58 \text{ m}^3$

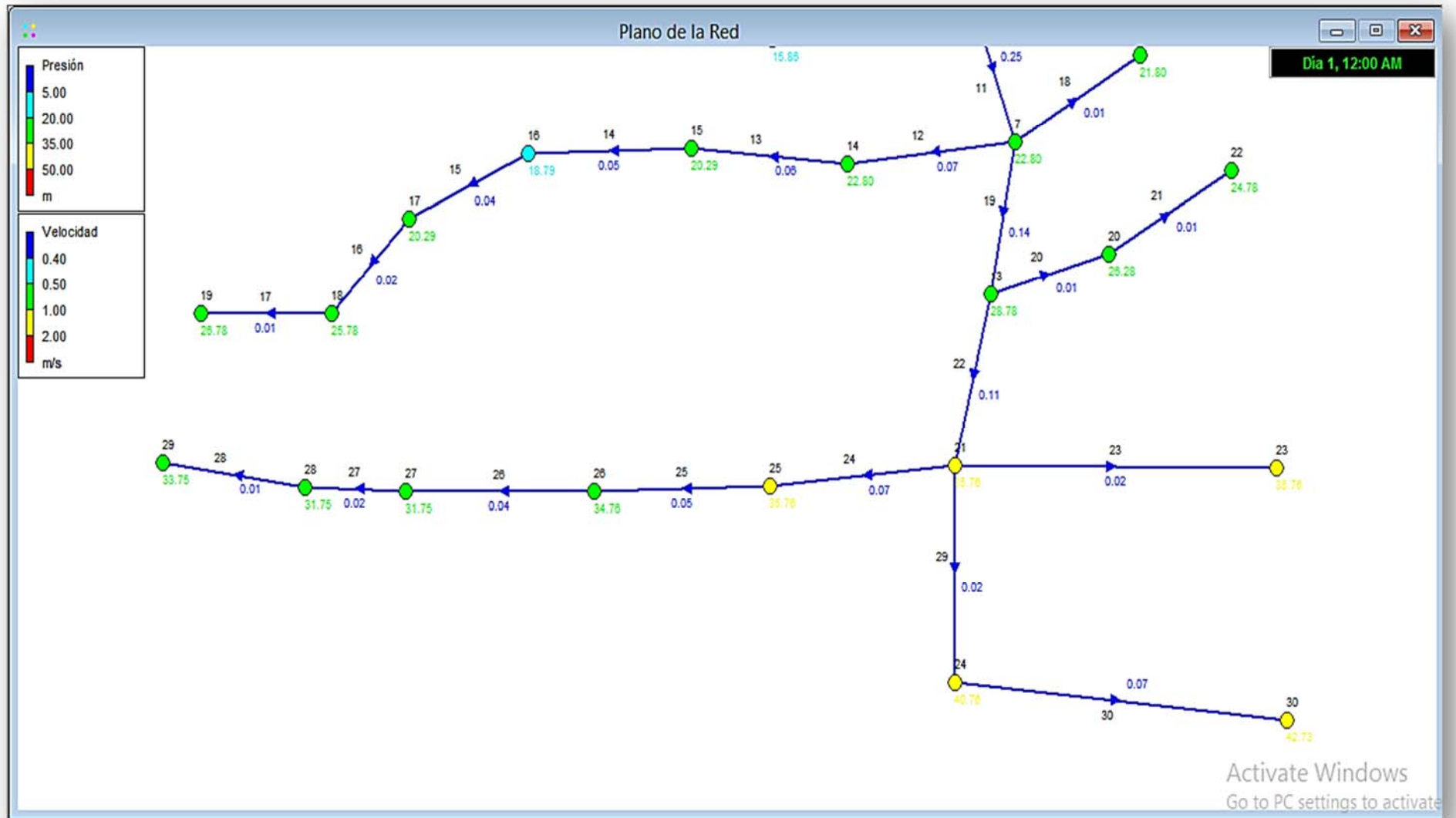
$5.58 \text{ m}^3 * \text{C\$ } 9.7791 = \text{C\$ } 54.56 \approx \text{C\$ } 55$

## Plano de diseño de sistema de abastecimiento



Fuente: programa epanet

## Plano de diseño de sistema de abastecimiento



Fuente: programa epanet



Tabla# 6: tabla de red-nudos del sistema

Tabla de Red - Nudos				
ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Altura m	Presión m
Conexión 1	713	0.0040	732.08	19.08
Conexión 2	718	0	732.05	14.05
Conexión 3	726	0	732.01	6.01
Conexión 5	726.5	0	731.97	5.47
Conexión 6	716	0.0162	731.86	15.86
Conexión 8	716	0.0162	731.86	15.86
Conexión 9	724	0.0162	731.85	7.85
Conexión 10	722	0.0081	731.85	9.85
Conexión 7	709	0.0162	731.80	22.80
Conexión 12	710	0.0162	731.80	21.80
Conexión 14	709	0.0162	731.80	22.80
Conexión 15	711.5	0.0121	731.79	20.29
Conexión 16	713	0.0121	731.79	18.79
Conexión 17	711.5	0.0162	731.79	20.29
Conexión 18	706	0.0162	731.78	25.78
Conexión 19	705	0.0121	731.78	26.78
Conexión 13	703	0.0162	731.78	28.78
Conexión 20	705.5	0.0081	731.78	26.28
Conexión 22	707	0.0081	731.78	24.78
Conexión 21	696	0.0081	731.76	35.76
Conexión 25	696	0.0162	731.76	35.76
Conexión 26	697	0.0202	731.76	34.76
Conexión 27	700	0.0162	731.75	31.75
Conexión 28	700	0.0162	731.75	31.75
Conexión 29	698	0.0081	731.75	33.75
Conexión 23	696	0.0202	731.76	35.76
Conexión 24	691	0.0162	731.76	40.76
Conexión 11	718	0.0121	731.85	13.85
Conexión 30	689	0.0081	731.73	42.73
Conexión 32	712	0	732.08	20.08
Embalse 4	712	No Disponible	712.00	0.00
Depósito Tanque	729	No Disponible	732.00	3.00

Fuente: Programa epanet

Tabla#7: Tabla de red-lineas del sistema

Tabla de Red - Líneas					
ID Línea	Longitud m	Díametro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería 3	34.02	50	0.38	0.20	1.02
Tubería 6	33.18	38	0.35	0.31	3.24
Tubería 7	32.9	38	0.05	0.05	0.10
Tubería 8	44.51	38	0.04	0.03	0.05
Tubería 9	26.41	38	0.02	0.02	0.02
Tubería 11	26.96	38	0.28	0.25	2.16
Tubería 12	20.84	38	0.08	0.07	0.24
Tubería 13	32.98	38	0.07	0.06	0.16
Tubería 14	30.55	38	0.06	0.05	0.11
Tubería 15	20.64	38	0.04	0.04	0.07
Tubería 16	21.23	38	0.03	0.02	0.03
Tubería 17	17.4	38	0.01	0.01	0.00
Tubería 18	14.05	38	0.02	0.01	0.01
Tubería 19	24.04	38	0.16	0.14	0.79
Tubería 20	25.79	38	0.02	0.01	0.01
Tubería 21	23.58	38	0.01	0.01	0.00
Tubería 22	33.17	38	0.13	0.11	0.52
Tubería 23	46.05	38	0.02	0.02	0.02
Tubería 24	29.21	38	0.08	0.07	0.20
Tubería 25	30.55	38	0.06	0.05	0.13
Tubería 26	50.76	38	0.04	0.04	0.06
Tubería 27	14.94	38	0.02	0.02	0.02
Tubería 28	26.96	38	0.01	0.01	0.00
Tubería 29	38.32	38	-0.02	0.02	0.02
Tubería 10	14.18	38	0.01	0.01	0.01
Tubería 30	49.93	12.5	0.01	0.07	0.69
Tubería 5	10.33	38	0.35	0.31	3.24
Tubería 4	13.71	50	0.38	0.20	1.03
Tubería 2	29.01	50	-0.38	0.20	1.02
Tubería 1	23.60	25	0.00	0.01	0.01
Bomba 32	No Disponible	No Disponible	0.39	0.00	-20.08

Fuente: Programa epanet

## Presupuesto

Se calculó el presupuesto del proyecto en base a cotizaciones, monto y precio actual del nuevo fise, obteniendo un monto total de C\$1,185,693.19.

Según censo realizado, la población mostró su interés para aportar el 10% de mano de obra, que son en monto total C\$25,664.728; quedando en costo total del proyecto C\$1,160,028.462.

La comunidad también se encargó de los gastos de alimentación de los obreros, no incluidos en el 10% de mano de obra.

GASTOS DE OPERACIÓN	TOTAL
15% de utilidades	C\$ 177,853.98
1% impuesto municipal	C\$ 11,856.93
10% imprevisto	C\$ 118,569.32
Total	C\$ 308, 280.23
COSTOS DIRECTOS	TOTAL
Subtotal	C\$1,032,015.56
IVA	C\$ 154,802.33
Total	C\$ 1,186,817.89
10% aporte mano de obra comunidad	C\$ 25,664.72
<b>COSTO TOTAL PROYECTO</b>	<b>C\$ 1,161,153.17</b>





## Capítulo VI :Conclusiones y Recomendaciones

*“Lo que sabemos es una gota de agua;  
lo que ignoramos es un océano”*

*Isaac Newton*

## 6.1 Conclusiones

1. A través del estudio socioeconómico realizado en la comunidad, se puede comprobar la necesidad del proyecto, la capacidad económica, la disposición de la población para comprometerse a pagar por el mantenimiento y operación del sistema, además de colaborar con la mano de obra de la construcción y brindar alimentación y techo a los trabajadores del proyecto, durante el tiempo que fuese necesario.
2. El caudal que aportará la fuente estudiada a la población es de 0.21 lps, lo que indica que la fuente tendrá suficiente capacidad para abastecer a la población de la comunidad durante la vida útil del proyecto.
3. Según los análisis de la calidad del agua, la fuente de agua estudiada cumple con los requisitos de la norma rural del INAA (NTON 09001-99) por lo tanto este cumplirá satisfactoriamente con los requisitos; por consiguiente, el tratamiento que requiere es desinfección por cloro.
4. Según la fuente agua y la configuración del terreno, el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable es “Bomba-tanque-red” la cual se basó en dos factores importantes: la posibilidad económica y la optimización del terreno en la zona del proyecto.
5. Para el respectivo análisis hidráulico de la línea de conducción y red de distribución se evaluó en el programa EPANET, el cual presentó puntos con velocidades por debajo del rango permitido por las normas, pero prevalece el criterio de las presiones en los nodos, lo cual permitió que el diseño funcionara correctamente. Se considera que las propuestas antes mencionadas son suficientes para habilitar y garantizar el abastecimiento de agua potable a la comunidad, cumpliendo así con cada uno de nuestros objetivos.

## **6.2 Recomendaciones**

- 1) Capacitar a toda la población beneficiada en cuanto a la administración, buen uso y mantenimiento del nuevo sistema de agua potable, así como realizar campañas de educación ambiental basadas en el buen uso del agua.
- 2) Incentivar a la reforestación y más en los alrededores de la fuente.

## **Bibliografía**

- Normas técnicas rurales INAA (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados)
- ENACAL (Empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados)
- Organización “El Porvenir”
- Monografía de “Diseño de abastecimiento de agua potable por bombeo eléctrico” comunidad el limón #1, del municipio de Tola, Rivas
- Aquatec Nicaragua
- Costos unitarios primarios y complejos del nuevo fise 2018 en adelante
- Durman Esquivel
- Franklin electric, especialista en sistema de Bombeo



## Capítulo VII: Anexos

*“Nunca reconoceremos el valor del agua, hasta que el pozo este seco.”*

*Thomas Fuller*



## Anexos

### Presupuesto del Proyecto

ITEM	DESCRIPCION	U/M	U/M M/O	CANTIDAD	COSTO UNITARIO		COSTO TOTAL		TOTAL
					Materiales	Mano de obra	Materiales	Mano de obra	
1	<b>PRELIMINARES</b>								
	Limpieza inicial del terreno	M2		300		C\$19.46		C\$5,838.00	C\$5,838.00
	Excavacion manual de zanja en terreno natural de ancho de 0,30m , y profundidad de 0,70 m para tuberia	ML		841		C\$54.50		C\$45,834.50	C\$45,834.50
	Trazo y Nivelacion (Incluye estacas de madera y mano de obra)	M2		841		C\$18.57		C\$15,617.37	C\$15,617.37
	Relleno y compactacion manual	M3		180		C\$92.21		C\$16,597.80	C\$16,597.80
2	<b>EQUIPO SUMERGIBLE COMPUESTO POR:</b>								
	Bomba sumergible modelo 25FA1P4-3W115 de 1HP servicio Q=25 GPM, descarga 1-14" descarga 1-1/4	UND	C/U	1	C\$19,500.00	C\$10,000.00	C\$19,500.00	C\$10,000.00	C\$29,500.00
	Motor electrico sumergible marca franklin electric de 1HP 1/60/115v	UND	C/U	1					
	control Box marca franklin electric de 1hp 1/60/115v	UND	C/U	1					
	Pies de cable sumergible 3X#12	PIES	ML	130	C\$3,900.00		C\$507,000.00		C\$507,000.00
	Tubo HG de diametro de 2" con rosca	UND	ML	7	C\$1,307.00	C\$60.00	C\$9,149.00	C\$420.00	C\$9,569.00
	Union galvanizada de 2" de diametro	UND	C/U	5	C\$190.00	C\$60.00	C\$950.00	C\$300.00	C\$1,250.00
	<b>COMPONENTES DE LA SARTA</b>								
	Valvula de aire y vacio, diametro de 2" con rosca macho	UND	C/U	1	C\$1,200.00	C\$326.00	C\$1,200.00	C\$326.00	C\$1,526.00
	Valvula check de bronce de diametro de 2"	UND	C/U	1	C\$1,343.82	C\$326.00	C\$1,343.82	C\$326.00	C\$1,669.82
	Valvula de pase de bronce de diametro de 2"	UND	C/U	1	C\$2,500.00	C\$326.00	C\$2,500.00	C\$326.00	C\$2,826.00
	Manometro de carga de 200 psi	UND	C/U	1	C\$1,450.00	C\$600.00	C\$1,450.00	C\$600.00	C\$2,050.00
3	Valvula de alivio de diametro de 2 "	UND	C/U	1	C\$8,500.00	C\$326.00	C\$8,500.00	C\$326.00	C\$8,826.00
	Codo galvanizado diametro de 2"X 45 °	UND	C/U	2	C\$100.00	C\$40.00	C\$200.00	C\$80.00	C\$280.00
	Tubo galvanizado de diametro de 2" para la sarta	UND	ML	1	C\$1,307.00	C\$60.00	C\$1,307.00	C\$60.00	C\$1,367.00
	Medidor maestro de diametro de 2"	UND	C/U	1	C\$3,000.00		C\$3,000.00	C\$0.00	C\$3,000.00
	Bloque de reaccion de concreto de 3000 PSI reforzado ( incluye excavacion, formaleta y relleno)	UND	C/U	2	C\$0.00	C\$1,000.00	C\$0.00	C\$2,000.00	C\$2,000.00
	Tee galvanizada de diametro de 2 "								
	Teflon 3/4	UND		1	C\$25.00		C\$25.00		C\$25.00
4	<b>LINEA DE CONDUCCION POR BOMBEO</b>								
	Tuberia pvc de diametro 2" cedula sdr-26	UND	ML	13	C\$334.37	C\$60.00	C\$4,346.81	C\$780.00	C\$5,126.81
	Pegamento pvc en humedo 1/4 de galon	UND	C/U	2	C\$281.21		C\$562.42		C\$562.42
	Union lisa pvc de 2 " de diametro	UND	C/U	12	C\$14.90		C\$178.80		C\$178.80
	Reductor liso pvc de 2" a 1"	UND	C/U	1	C\$51.98	C\$40.00	C\$51.98	C\$40.00	C\$91.98
5	<b>LINEA DE DISTRIBUCION</b>								
	Tuberia pvc de 1 1/2" de diametro cedula sdr-26	UND	ML	87	C\$216.00	C\$40.00	C\$18,792.00	C\$3,480.00	C\$22,272.00
	codo liso pvc de 45° por 1 1/2" de diametro	UND	C/U	9	C\$16.96	C\$30.00	C\$152.64	C\$270.00	C\$422.64
	Tee lisa pvc de 1 1/2 de diametro	UND	C/U	39	C\$16.96	C\$30.00	C\$661.44	C\$1,170.00	C\$1,831.44
	Union lisa pvc de 1 1/2 de diametro	UND	C/U	96	C\$31.15	C\$15.00	C\$2,990.40	C\$1,440.00	C\$4,430.40
	Bloques de reaccion de concreto de 3,000 psi sin refuerzo .( incluye excavacion, formaleta y relleno )	UND	C/U	12	C\$0.00	C\$350.00	C\$0.00	C\$4,200.00	C\$4,200.00
	Cruz lisa pvc de 1 1/2" de diametro	UND	C/U	7	C\$65.00	C\$0.00	C\$455.00	C\$0.00	C\$455.00

	Reducto liso pvc de 1 1/2" a 1/2"	UND	C/U	47	C\$31.06	C\$30.00	C\$1,459.82	C\$1,410.00	C\$2,869.82
	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>								
	Limpieza inicial del terreno	M2	M2	10		C\$19.46		C\$194.60	C\$194.60
	Tanque marca plastitank tricapa incluye accesorios y filtro, capacidad de 5000 litros	UND	C/U	1	C\$22,820.00	C\$9,128.00	C\$22,820.00	C\$9,128.00	C\$31,948.00
	Escalera de tubo de hierro galvanizado diametro 1 1/2", peldaños de tubo de hierro galvanizado, diametro de 1"(incluye pintura anticorrosiva)	ML	C/U	3.04	C\$2,081.00		C\$6,326.24		C\$6,326.24
	Lamina estructural antiderrapante negra 4X10X1/8'	UND	C/U	5	C\$1,100.00		C\$5,500.00		C\$25,500.00
	Tubo circular de hierro negro de 3XSCH-40X6mts	UND	C/U	2	C\$102.78		C\$205.56		C\$205.56
	Angular de 2.5X2.5X3/16"	UND	C/U	16	C\$871.00		C\$13,936.00		C\$13,936.00
	Caja metalica de 3X3X1/8	UND	C/U	8	C\$1,858.00		C\$14,864.00		C\$14,864.00
	Tubo de hierro cuadrado de 1X1X3/16"	UND	C/U	7	C\$380.00		C\$2,660.00		C\$2,660.00
	Caja de electrodo marca lincoln 6013 ,de 3/32	UND		1	C\$150.00		C\$150.00		C\$150.00
	Bolsa de cemento canal de 42.5 kg para fundaciones	UND		6	C\$300.00		C\$1,800.00		C\$1,800.00
	arena para fundaciones de la torre	M3		0.4	C\$10.00		C\$210.00		C\$210.00
	Grava de 3/8 para fundaciones	M3		0.6	C\$30.00		C\$960.00		C\$960.00
	Madera para formaleta	UND		4	C\$420.00		C\$1,680.00		C\$1,680.00
	Hierro corrugado estandar #4	UND		7	C\$170.82		C\$1,195.74		C\$1,195.74
	Hierro liso estandar # 2	UND		5	C\$47.27		C\$236.35		C\$236.35
	Cubeta de anticorrosivo lanco	CUBETA		1	C\$2,145.00		C\$2,145.00		C\$2,145.00
	<b>CONEXIÓN DOMOCILIAR</b>								
	Tubo pvc de diametro de 1/2 " sdr 13.5	UND	ML	27	C\$69.70	C\$40.00	C\$1,881.90	C\$1,080.00	C\$2,961.90
	Tee lisa pvc s40 ap 1/2"	UND	C/U	30	C\$6.15	C\$15.00	C\$184.50	C\$450.00	C\$634.50
	Codo pvc de 1/2x90°	UND	C/U	96	C\$4.32	C\$15.00	C\$414.72	C\$1,440.00	C\$1,854.72
	Pegamento pvc en humedo 1/4 de galon	UND	C/U	4	C\$281.00		C\$1,124.00		C\$1,124.00
	<b>CASETA DE CONTROL</b>								
	Panel Eaton de 4 espacios	UND	PUNTO	1	C\$1,200.00	C\$3,000.00	C\$1,200.00	C\$3,000.00	C\$4,200.00
	Mufa galvanizada de 1 1/2" pulgada	UND		1	C\$200.00		C\$200.00		C\$200.00
	Conector roming para tubo galvan	UND		1	C\$140.00		C\$140.00		C\$140.00
	Varilla polo tierra de 3/8	UND		1	C\$750.00		C\$750.00		C\$750.00
	Brake 1X90	UND		1	C\$800.00		C\$800.00		C\$800.00
	Brake 1X60	ML		1	C\$500.00		C\$500.00		C\$500.00
	Cable electrico THHN # 12	ML	PUNTO	30	C\$12.00		C\$360.00		C\$360.00
	Cable electrico verde THHN # 12	ML	PUNTO	30	C\$12.00		C\$360.00		C\$360.00
	Cable electrico blanco THHN # 12	ML		30	C\$12.00		C\$360.00		C\$360.00
	Cable electrico THHN # 6	UND	PUNTO	3	C\$200.00		C\$600.00		C\$600.00
	Tubo galvan para la mufa de 1 1/2 " pulgada	UND		1	C\$400.00		C\$400.00		C\$400.00
	Toma corriente	UND	PUNTO	2	C\$50.00	C\$326.00	C\$100.00	C\$652.00	C\$752.00
	Apagador con su bujia marca sylvania	UND	PUNTO	1	C\$100.00	C\$326.00	C\$100.00	C\$326.00	C\$426.00
	Excavacion manual de zanja en terreno natural de ancho= 0.30m y prof=0.40	ML	ML	12.6		C\$30.00		C\$378.00	C\$378.00

Fuente: Elaboracion Propia



8	Excavacion manual aislada en terreno natural de 0 a mayor de 1.00x1.00m profundidad de 0.00 a 1.00m	M3	M3	3.24		C\$149.52		C\$484.44	C\$484.44
	Malla ciclon calibre 12.5 2x2 de 6'x100'	ROLLO	C/U	1	C\$4,026.00	C\$8,150.00	C\$4,026.00	C\$80,848.00	C\$84,874.00
	Tubo galvanizado para cerca, diametro de 2" CH16	UND		3	C\$598.21		C\$1,794.63		C\$1,794.63
	Hierro liso estandar # 2	UND		66	C\$47.27		C\$3,119.82		C\$3,119.82
	Hierro corrugado estandar # 4	UND		18	C\$110.00		C\$1,980.00		C\$1,980.00
	Hierro corrugado estandar # 3	UND		26	C\$96.49		C\$2,508.74		C\$2,508.74
	Alambre de amarre # 18	LBS		60	C\$27.00		C\$1,620.00		C\$1,620.00
	Tabla de 0.30m de ancho por 4.18 m de largo	UND		34	C\$420.00		C\$14,280.00		C\$14,280.00
	Bloque de concreto de 0.15X0.15x0.40	UND		153	C\$22.00		C\$3,366.00		C\$3,366.00
	Lamina de zinc troquelada calibre # 26 a medida de 3.50m de largo por 0.99 ancho	UND		3	C\$579.40		C\$1,738.20		C\$1,738.20
	Goloso de 1 1/2" punta de broca	UND		100	C\$130.00		C\$13,000.00		C\$13,000.00
	Caja metalica de hierro galvanizado estructural GHT 16(1.00mm) 3" G72	UND		3	C\$742.87		C\$2,228.61		C\$2,228.61
	Perlin de hierro galvanizado GHT 16 G72 3X1.25	UND		2	C\$384.90		C\$769.80		C\$769.80
	Electrodo weldmax 2.5mm (6013) 3/32	LBS		5.5	C\$25.77		C\$141.74		C\$141.74
	Bolsa de cemento canal de 42.5 kg	UND		59	C\$300.00		C\$17,700.00		C\$17,700.00
	Arena de mostatepe	M3		4.0	C\$10.00		C\$2,120.00		C\$2,120.00
	Grava de 3/8	M3		6.02	C\$30.00		C\$8,790.00		C\$8,790.00
	Clavo corriente de 2 1/2"	LBS		5	C\$20.00		C\$100.00		C\$100.00
	Piso de concreto de 2,500 psi, espesor de 0.075m sin refuerzo	M2	M2	9.1	C\$715.16		C\$6,522.26	C\$6,522.26	
	Puerta de marco de tubo redondo de hierro galvanizado diametro de 1" con forro lamina de malla expandida de hierro, rombo de 1/2 cal. # 16(incl. Pint.anticorrosiva)	M2	M2	1.7	C\$2,038.28		C\$3,424.31	C\$3,424.31	
	Puerta de marco de tubo redondo de hierro galvanizado diametro de 1" con forro lamina de malla expandida de hierro, rombo de 1/2 cal. # 16(incl. Pint.anticorrosiva)	M2	M2	1.7	C\$2,038.28		C\$3,424.31	C\$3,424.31	
	DESINFECCION DE AGUA							C\$0.00	
								C\$0.00	
9	Bomba dosificadora electrica, 24 GPD, de 110 psi, 110v-60Hz	UND	C/U	1	C\$16,952.00	C\$16,300.00	C\$16,952.00	C\$16,300.00	C\$33,252.00
	Recipiente plastico , capacidad de 30 galones	UND	C/U	1	C\$1,521.44		C\$1,521.44		C\$1,521.44
	Abrazadera HFD, 2" con derivacion de 1/2"	UND	C/U	1	C\$1,825.00		C\$1,825.00		C\$1,825.00
	Tesk kit basico analizador de cloro	UND	C/U	1	C\$597.56		C\$597.56		C\$597.56
	Hipoclorito de calcio granular , bidon de 45kg	UND	C/U	1	C\$5,248.60		C\$5,248.60		C\$5,248.60
								SUBTOTAL	C\$1032,015.56
								I.V.A	C\$154,802.33
								TOTAL	C\$1186,817.89
15 % DE UTILIDADES						C\$177,853.98			
1% IMPUESTO MUNICIPAL						C\$11,856.93			
10% IMPREVISTO						C\$118,569.32			
TOTAL						C\$189,710.91			

**Localización exacta de la comunidad el hatillo, municipio terrabona, departamento Matagalpa**



**Fuente: Google earth**

**Volumen de caudal de la fuente**



**Fuente: Elaboracion propia**



## Fotos del sitio

### Aforo de la fuente



Fuente: Elaboracion propia



Fuente: Elaboracion propia

## Levantamiento topográfico



Fuente: Elaboracion propia



Fuente: Elaboracion propia





**Fuente: Elaboracion propia**

## Prueba de calidad de agua



**Universidad Nacional de Ingeniería**  
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
Managua, Nicaragua



### LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS				MP1708-0098
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN		TELÉFONO
El Porvenir		De donde fue Banco Comunal, Monseñor Lezcano 1c al sur, 3.5 c. abajo		2268-5781
ATENCIÓN		CARGO	EMAIL	CELULAR
Wilbert Acevedo		Responsable de Logística	wilbert@elporvenir.com	8533-1212
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS	22/08/2017	2864
08/08/2017	21/08/2017	21/08/2017		Una (1)
Fecha y Hora de Muestreo			01/08/2017; 08:00 am	Rango o valor máximo permisible
Muestreado por			Lesther González	
Supervisor de Muestreo en Campo			Wilbert Acevedo	
Fuente			Pozo Perforado	
Tipo de muestra			Agua Subterránea	
Observaciones de Ubicación			Municipio El Hatillo, Terrabona	
Coordenadas			NR	
Codificación PIENSA			LA -1708-0605	
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 1	Norma CAPRE*
GH	Arsénico	mg/l	<0.001	0.01

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

<: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma. NR= No Reporta.

Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th 2005 EPA = Environmental Protection Agency

\*Norma Regional de Calidad del Agua para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE.

G.H. Generador de Hidruros, Utilizando ARSENATOR

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ph.D. Leonardo Páramo Aguilar  
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0006337

Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios Tel.: 2270-1517 5847-6823 (C) y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: [piensa@uni.edu.ni](mailto:piensa@uni.edu.ni) • Web: [www.piensa.uni.edu.ni](http://www.piensa.uni.edu.ni)



CERTIFICADO DE ENSAYOS				FQAN1707-0119	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN		TELÉFONO	
El Porvenir		De donde fue el Banco Comunal Monseñor Lezcano 1c sur, 3 1/2 abajo		22685781	
ATENCIÓN		CARGO	EMAIL	CELULAR	
Wilbert Acevedo		Responsable de Logística	wilbert@elporvenir.org	85331212	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
08/08/2017	09/08/2017	22/08/2017	22/08/2017	2864	Una (01)
Fecha y Hora de Muestreo			01/08/2017; 08:00 am		
Muestreado por			Lesther González		
Supervisor de Muestreo en Campo			Wilbert Acevedo		
Fuente			Pozo Perforado		
Tipo de muestra			Agua Subterránea		
Observaciones de Ubicación			Comunidad El Hatillo, Terrabona		
Coordenadas			NR		
Codificación PIENSA			LA-1708-0605		
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION	Rango o valor máximo permisible o recomendado	
			PUNTO DE MUESTREO 1	Norma CAPRE*	
Visual	Aspecto	NE	Claro	NE	
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	7.23	6.5 - 8.5**	
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	391.00	400**	
2130-B	Turbiedad	NTU	0.040	5	
2120-C	Color Verdadero	UC	< 1.00	15	
2320-B	Alcalinidad	mg/L	163.80	NE	
2320-B	Carbonatos	mg/L	< 0.10	NE	
2320-B	Bicarbonatos	mg/L	163.80	NE	
4500-B	Nitratos	mg/L	13.29	50	
4500-B	Nitritos	mg/L	< 0.009	0.1	
4500-D	Cloruros	mg/L	14.80	250	
3500-B	Hierro Total	mg/L	0.015	0.3	
4500-E	Sulfatos	mg/L	2.95	250	
2340-C	Dureza total	mg/L	158.24	400**	
2340-C	Dureza Calcica	mg/L	109.20	NE	
3500-B	Calcio	mg/L	43.77	100**	
3500-B	Magnesio	mg/L	11.92	50	
3500-B	Manganeso	mg/L	< 0.02	0.5	
3500-X	Sodio	mg/L	10.00	200	
3500-C	Potasio	mg/L	1.16	10	
4500-C	Fluor	mg/L	0.174	0.7	

**LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS:** Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

<: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, PMS=Poca Materia en Suspensión.

Métodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th.2005 EPA = Environmental Protection Agency

\* Norma regional de calidad del agua para consumo humano: \*\* Valor recomendado

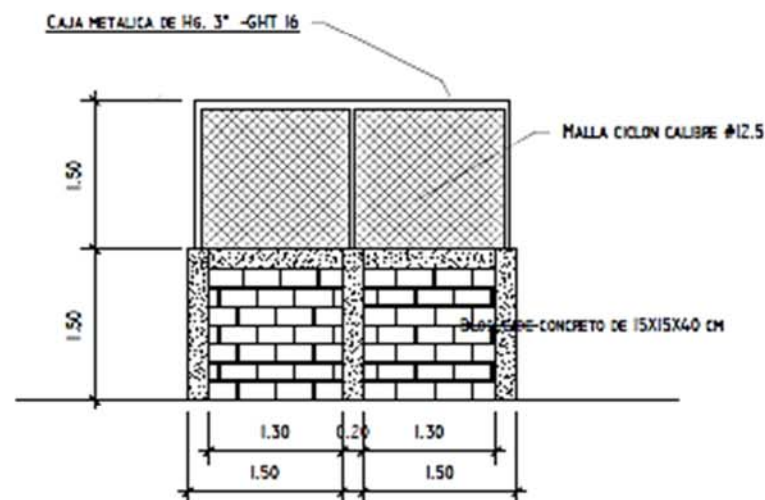
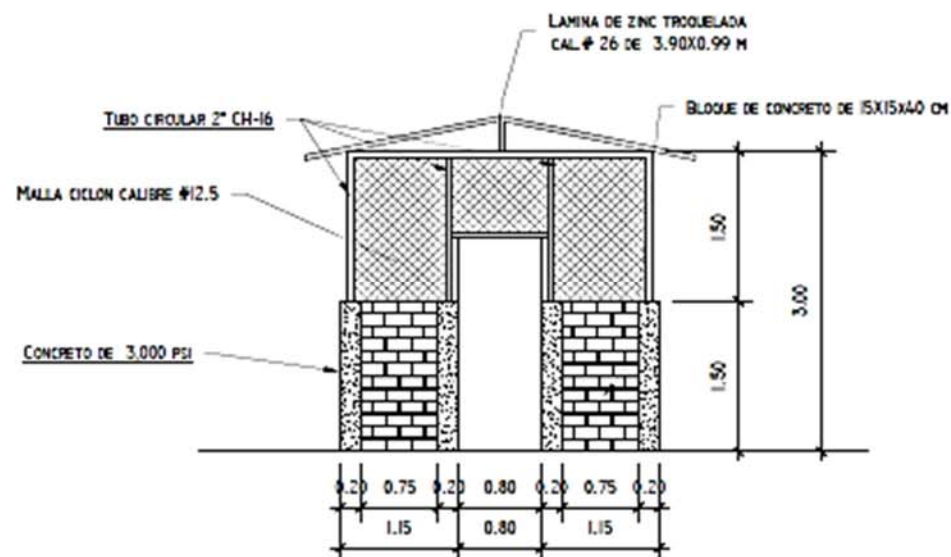
Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente


PhD. Leonardo Párrido  
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI  
Declaro que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente; el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

0006333

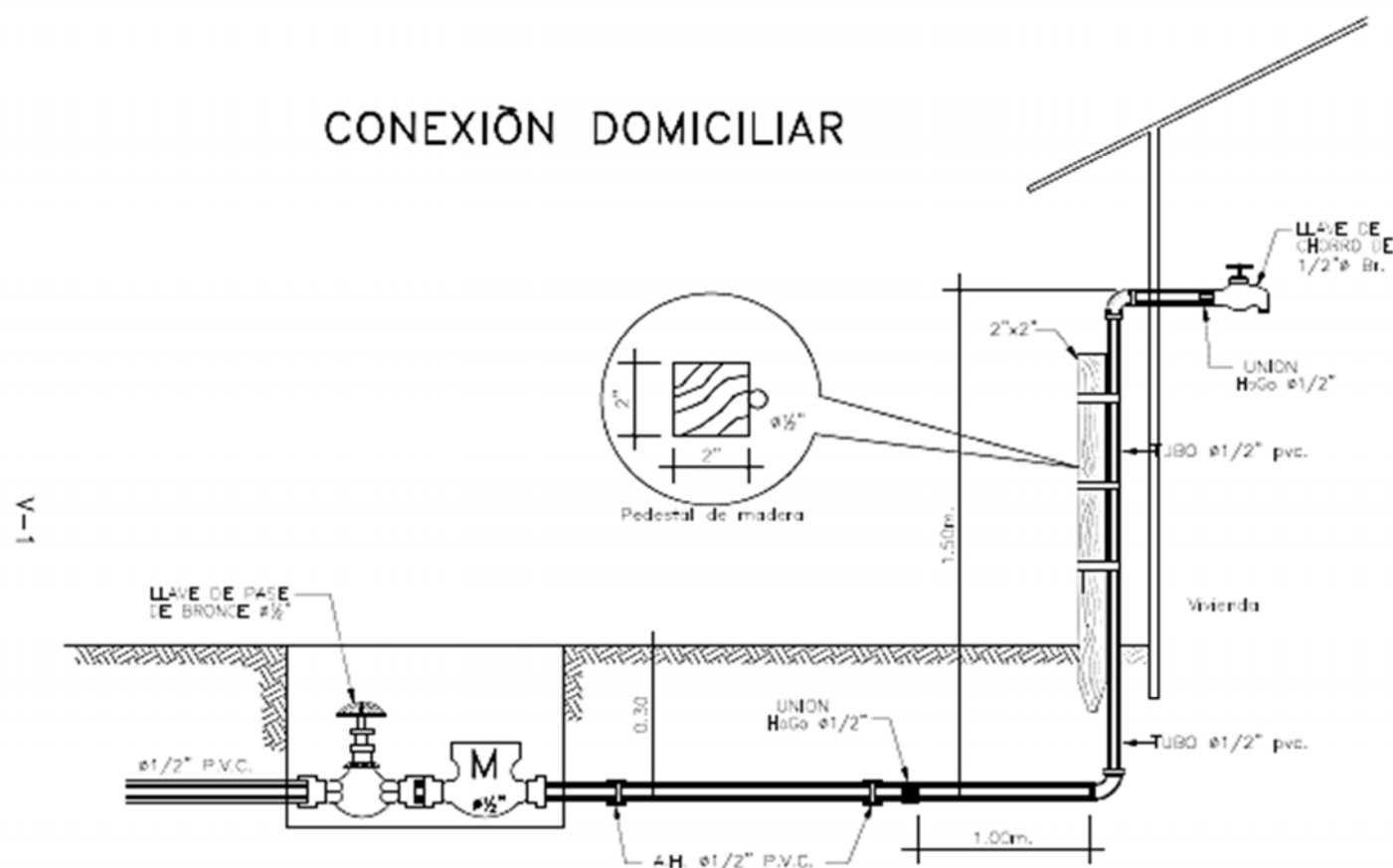
Telefax Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios Tel.: 2270-1517 5847-6823 (C) y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni





	CASETA DE CONTROL		PROYECTO:DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL HATILLO				A-3	HOJA 1 / 1
	DIBUJO	JOSE MARIA PAGUAGA CARBALLO EVA DENISSE MENDOZA COREA	UBICACION:	COMUNIDAD EL HATILLO, MUNICIPIO DE TERRABONA, DEPARTAMENTO MATAGALPA				
	REVISO	ING. RICARDO JAVIER FAJARDO	ESCALA	1:50	FECHA:	AGOSTO-2019		

## CONEXIÓN DOMICILIAR



CONEXION TIPICA DOMICILIAR

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL HATILLO

DIBUJO

JOSE MARIA PAGUAGA CARBALLO  
EVA DENISSE MENDOZA COREA

UBICACION:

COMUNIDAD EL HATILLO, MUNICIPIO DE TERRABONA,  
DEPARTAMENTO MATAGALPA

REVISO

ING. RICARDO JAVIER FAJARDO

ESCALA:

1:100

FECHA:

AGOSTO-2019

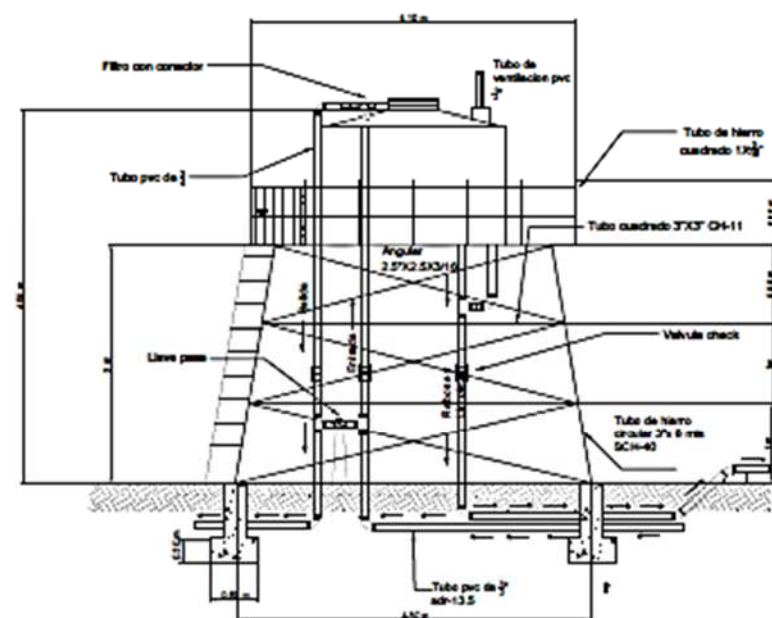
HOJA

A-3

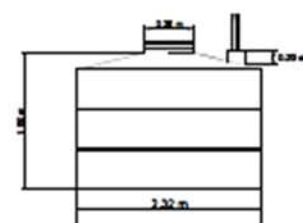
1/1




## TANQUE SOBRE TORRE



## TANQUE DE ALMACENAMIENTO



	PLANO DE TANQUE ELEVADO EN TORRE		PROYECTO:DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD EL HATILLO				A-3	HOJA 1 1
	DIBUJO	JOSE MARIA PAGUAGA CARBALLO EVA DENISSE MENDOZA COREA	UBICACION:	COMUNIDAD EL HATILLO, MUNICIPIO DE TERRABONA, DEPARTAMENTO MATAGALPA				
	REVISOR	ING. RICARDO JAVIER FAJARDO	ESCALA	1:50	FECHA:	AGOSTO-2019		



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción  
Secretaría Académica

## CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Construcción hace constar que el (a) **BR. MENDOZA COREA EVA DENISSE**, Carnet **No.2011-39503**, Modalidad Sabatino, de conformidad con el Reglamento de Régimen Académico vigente de la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los catorce días del mes de Marzo del año dos mil diecinueve.

  
DR. ING. EFRAIN CHAMORRO BLANDON  
SECRETARIO DE FACULTAD



CC: Archivo  
DIECHS/mjgp.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Tecnología de la Construcción  
Secretaría Académica

## CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Construcción hace constar que el (a) **BR. PAGUAGA CARBALLO JOSE MARIA**, Carnet No.:2012-44201, Modalidad Sabatino, de conformidad con el Reglamento de Régimen Académico vigente de la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los catorce días del mes de Marzo del año dos mil diecinueve.

  
DR. ING. EFRAIN CHAMORRO BLANDÓN  
SECRETARIO DE FACULTAD



CC: Archivo  
DIECHB/mjqp.




UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
SECRETARÍA  
Hoja de Matricula

Nombre: Mendoza Corea Eva Denisse  
Carrera: ING: CIVIL  
Turno: DIURNO SABATINO

Carnet: 2011-39503.  
Plan: 97  
Trimestre: Segundo 2018

Código	Materia	Grupo	Aula
-----	-----Ultima línea-----	-----	-----

13/03/2019

  
Estudiante

  
Funcionario FTC  


MATRICULA PARA MONOGRAFIA






UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
SECRETARÍA  
Hoja de Matrícula

Nombre: Paguaga Carballo José María  
Carrera: ING: CIVIL  
Turno: DIURNO SABATINO

Carnet: 2012-44201  
Plan: 97  
Trimestre: Segundo 2018

Código	Materia	Grupo	Aula
-----	-----Ultima línea-----	-----	-----

13/03/2019

  
Estudiante

  
Funcionario FTC ACADÉMICA  
Managua, Nicaragua

MATRICULA PARA MONOGRAFIA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**  
SOLVENCIA ECONÓMICA

Fecha: 06/03/19

Nombre del estudiante: Eva Denisse Mendoza Corea.

Numero de carnet: 001-071093-0009C.

Carrera: Ing. Civil modalidad Sabatina

Taller Monográfico: Servicios monograficos modalidad sabatina 2019.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
SOLVENCIA ECONÓMICA

Fecha: 11/03/19

Nombre del estudiante: Jose Maria Paguaga Carballo

Numero de carnet: 2012-44201

Carrera: Ing. Civil

Taller Monográfico: Servicios monograficos modalidad Sabatina 2019

